

Anno VI.

TORINO, Luglio 1912.

Num. 7.

RIVISTA DI ASTRONOMIA E SCIENZE AFFINI

Bollettino della Società Astronomica Italiana

EDITO DALLA STESSA

Sede Principale: **TORINO**, Via Maria Vittoria, num. 23
presso la Società Fotografica Subalpina

Abbonamento per l'Italia e l'Estero L. 12 all'anno
Un fascicolo separato L. 1.

Deposito per l'Italia: Ditta G. B. PARAVIA E COMP. (Figli di I. Vigliardi-Paravia)
Torino-Roma-Milano-Firenze-Napoli.

Sommario: Sugli accenni Danteschi, ai segni, alle costellazioni ed al moto del cielo stellato da occidente in oriente di un grado in cento anni (Nota I^a di F. ANGELITTI). — Le variazioni del periodo di Algol (G. STEIN). — Le orbite della luna (OTTAVIO ZANOTTI-BIANCO). — Elementi di astronomia sferica (G. SCHIAPARELLI). Notiziario: Astronomia, Geodinamica, Aerologia. Conferenze, Notizie varie, Fenomeni astronomici nei mesi di agosto e settembre. — Personalità, Pubblicazioni ricevute. Atti della Società. Errata-Corrige.



TORINO

STABILIMENTO TIPOGRAFICO G. U. CASSONE

Via della Zecca, 11.

1912.



SOCIETÀ ASTRONOMICA ITALIANA = TORINO =

Via Maria Vittoria, N. 23

presso la **SOCIETÀ FOTOGRAFICA SUBALPINA**

Fondata nel 1906

Consiglio Direttivo

Presidente: Prof. P. CAMILLO MELZI D'ERIL - Firenze, Osservatorio Geodinamico della Querce.

Vicepresidente: Prof. NICODEMO JADANZA - Torino, via Madama Cristina, 11.

Segretario: Dott. GUIDO HORN - Bologna, R. Osserv. dell'Università.

Consiglieri: Dott. VINCENZO CERULLI - Roma, via Palermo, 8 — Geom. ILARIO SORMANO - Torino, corso Castelfidardo, 25 — Prof. Ing. OTTAVIO ZANOTTI BIANCO - Torino, via Della Rocca, 28.

Tesoriere: Dott. FELICE MASINO - Torino, via Maria Vittoria, 6.

Bibliotecario: N. N.

Servizio della Rivista

Direttore: Dott. VINCENZO CERULLI.

Segretario: Dott. FIORENZO CHIONIO.

Libreria Astronomica **G. THOMAS, Editore**
PARIGI - Rue du Sommerard, 11

ATLAS PHOTOGRAPHIQUE DES NUAGES

PAR **J. LOISEL**

Docteur des Sciences, Météorologiste à l'Observatoire de Juvisy

Questo atlante contiene 20 fotografie stampate direttamente su carta al bromuro dalle negative originali, la cui scelta è stata sottoposta all'approvazione dei meteorologi più autorevoli; quest'opera unica e di lusso raccoglie le fotografie meglio riuscite degli osservatori di Juvisy-Trappes, Uccle, Chiavari, ecc.

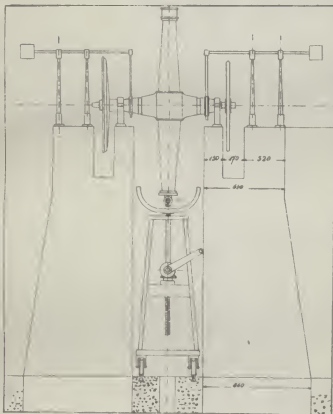
Atlas des Nuages, formato 26 × 36, L. 16; rilegato L. 18.

Occasione

Da vendere il Cerchio Meridiano del Collegio Romano di Roma, già adoperato

dal Padre Secchi ed ora disponibile dopo la sua sostituzione col nuovo **Gran Cérchio Meridiano Salmoiraghi.**

Indirizzarsi alla **FILOTECNICA**, via R. Sanzio, 5 — MILANO.



Indirizzarsi alla **FILOTECNICA**, via R. Sanzio, 5 — MILANO.

Lo strumento è munito di cerchio di 90 cm. di diametro, quattro noni a due secondi, cannocchiale di 100 mm. di apertura. Costruzione Ertel. È possibile l'applicazione di due o quattro microscopi a vite micrometrica al secondo per la lettura del Cerchio.

Macchina per l'invertimento dei poli.

CLEMENS RIEFLER

✦ Fabbrica di Strumenti di precisione ✦



NESSELWANG e MONACO (Baviera)

COMPASSI di precisione.

OROLOGI di precisione
a pendolo.

PENDOLI a compensazione
(acciaio-nickel).

Grand Prix: Parigi 1900, St.-Louis 1904,
Liegi 1905, Torino 1911

2 Grand Prix: Bruxelles 1910.

Prezzi correnti illustrati gratis.



Gli strumenti usciti dalle nostre officine portano impresso il
nome *Riefler*.

Lastre fotografiche Cappelli

Via Stella, 31 - MILANO - Via Stella, 31

— *Le preferite da tutti!* —

EXTRA-RAPIDE

MEDIA-RAPIDE

ORTOCROMATICHE

"Nuove"

ANTI-HALO

DIAPOSITIVE

PELLICOLARI

Ottime per fotografie astronomiche

Lastre X per radiografie (in uso presso
i principali Istituti Clinici)

VENDITA presso tutti i negozianti d'articoli fotografici

—  Esportazione  —

RIVISTA DI ASTRONOMIA E SCIENZE AFFINI

Bollettino della Società Astronomica Italiana
(edito dalla stessa)

SUGLI ACCENNI DANTESCHI

ai segni, alle costellazioni ed al moto del cielo stellato
da occidente in oriente di un grado in cento anni

Nota Prima di F. ANGELITTI

(Continuazione vedi fascicolo precedente).

9. **La causa fisica del movimento dei cieli.** — Se il cielo empireo, il primo mobile e il cielo stellato si volessero rappresentare per mezzo di sfere solide concentriche, ad esempio di cristallo, non sarebbe difficile ideare un congegno di orologeria, il quale, mantenendo fissa la sfera esterna, facesse girare in un certo senso la sfera intermedia attorno a due poli fissi nella sfera esterna, e facesse anche girare in senso opposto la sfera interna attorno a due poli fissi nella sfera intermedia, per modo che la sfera interna facesse rispetto alla intermedia un sol giro, mentre la intermedia ne facesse rispetto alla esterna 365×36000 . Si avrebbe così la rappresentazione materiale del doppio movimento che gli antichi attribuivano al cielo stellato. Se, come crede il Delambre, gli antichi avessero ritenuti i cieli solidi, essi avrebbero potuto immaginare la causa del movimento diurno del primo mobile e quella del movimento lentissimo del cielo stellato, attribuendole a creature intelligenti, che agissero sui cieli per contatto materiale: una serie di queste creature, appoggiandosi al cielo empireo, avrebbe spinto con moto velocissimo il primo mobile da oriente verso occidente; un'altra serie di creature avrebbe mantenuto connesso col primo mobile il cielo stellato, ma non in maniera assolutamente invariabile, bensì dandogli un piccolo spostamento relativo, di un grado ogni cento anni, da occidente in oriente.

Ma gli antichi concepivano i cieli come immateriali, e affine di spiegarne i movimenti, ricorsero al concetto di Intelligenze pure, o sostanze separate da materia, o creature angeliche, le quali li volgessero non per

contatto materiale ma semplicemente *intendendo*. Gli angeli movitori erano divisi in tre gerarchie, ciascuna gerarchia suddivisa in tre ordini, per modo che si avevano nove ordini angelici, ciascuno dei quali era dispensato al movimento di uno dei nove cieli.

Varie questioni si agitarono tra teologi, filosofi ed astrologi, sulla distribuzione e sui nomi delle gerarchie e degli ordini, sul numero degli angeli dispensati al movimento di ciascun cielo, sull'epoca della loro creazione rispetto alla creazione del mondo. Dante, che nella *Commedia* finse di levarsi con l'alta fronte fino alla visione di Dio, doveva naturalmente proporsi la decisione anche di tutte le questioni più urgenti di filosofia naturale, e tra le più urgenti ed interessanti era appunto questo nodo che legava gli angeli ai cieli, e che a detta di Beatrice era fatto tanto sodo per non tentare. Egli nella distribuzione delle gerarchie e degli ordini, scrivendo il *Paradiso*, seguì San Dionisio l'Areopagita. Racconta di aver veduto nove cerchi concentrici e luminosi, rappresentanti ciascuno un ordine di creature angeliche, i quali giravano intorno ad un punto luminosissimo, immagine di Dio, con velocità tanto maggiore quanto più vicini erano al punto. I primi tre cerchi, partendo dal centro, formavano la prima gerarchia, suddivisa in tre ordini, cioè quello dei Serafini, quello dei Cherubini e quello dei Troni. I tre cerchi seguenti formavano la seconda gerarchia, suddivisa anch'essa in tre ordini di Intelligenze, cioè le Dominazioni, le Virtù e le Potestati. Finalmente i tre cerchi più esterni formavano la terza gerarchia, suddivisa nei tre ordini, dei Principati, degli Arcangeli, degli Angeli. Il cerchio più interno corrispondeva al cielo più esterno, cioè al primo mobile, e così successivamente. S'inferisce che l'ordine dei Serafini doveva muovere il primo mobile e così successivamente fino all'ordine degli Angeli che moveva il cielo della Luna. Gli Angeli erano veduti in ciascun cerchio sotto forma di faville ed erano in numero grandissimo, o, come egli dice, « eran tante, che il numero loro più che il doppiar degli scacchi s'immilla » (1).

Nel *Convivio*, Dante aveva manifestata una diversa opinione sulla distribuzione delle gerarchie e degli ordini, ma la diversità, importante sotto l'aspetto teologico per le diverse relazioni con Dio, sarebbe sola-

(1) Il doppiar degli scacchi significa la somma dei primi 64 termini della progressione geometrica dei doppi a cominciare dall'unità, la quale somma è eguale a $2^{64} - 1$. È un'allusione al racconto tradizionale che l'inventore degli scacchi avesse chiesto come premio un granello di grano per la prima casella dello scacchiere, due per la seconda, quattro per la terza e così sempre raddoppiando fino alla 64^{ma} ed ultima casella.

mente di nomi sotto l'aspetto filosofico naturale. Quanto al numero delle Intelligenze motrici, afferma, secondo la rivelazione avutane da Gesù Cristo, essere quasi infinito; ma non è chiaro quello che poi dice dei Troni, che, dispensati al movimento del cielo di Venere, sarebbero in numero non grande. « Manifesto è a noi quelle creature (cioè gli angeli movitori) essere in lunghissimo numero; perocchè la sua sposa (di Gesù Cristo) e segretaria Santa Chiesa..... dice, crede e predica quelle nobilissime creature quasi innumerabili; e partele per tre gerarchie, ch'è a dire tre principati santi ovvero divini. E ciasenna gerarchia ha tre ordini; sicchè nove ordini di creature spirituali la Chiesa tiene e afferma. Lo primo è quello degli Angeli, lo secondo degli Arcangeli, lo terzo dei Troni; e questi tre ordini fanno la prima gerarchia: non prima quanto a nobiltà, non quanto a creazione, chè più sono l'altre nobili, e tutte furono insieme create, ma prima quanto al nostro salire a loro altezza. Poi sono le Dominazioni, appresso le Virtuti, poi li Principati; e questi fanno la seconda gerarchia. Sopra questi sono le Potestati e li Cherubini, e sopra tutti sono li Serafini; e questi fanno la terza gerarchia..... Li numeri, gli ordini, le gerarchie narrano li cieli mobili, che sono nove; e l' decimo annunzia essa unitade e stabilitade di Dio (1). E però dice il Salmista: „ I cieli narrano la gloria di Dio, e l'opere delle sue mani annunzia lo firmamento „ Per che ragionevole è credere che li movitori del ciclo della Luna siano dell'ordine degli Angeli, e quelli di Mercurio siano gli Arcangeli, e quelli di Venere siano li Troni, li quali naturati dell'amore del Santo Spirito, fanno la loro operazione connaturale ad esso, cioè lo movimento di quello cielo pieno d'amore » (*Conv.*, II, 6). Dante soggiunge che i Troni, dispensati al governo del cielo di Venere, sono in numero non grande, « del quale (numero) per li filosofi e per gli astrologi diversamente è sentito, secondochè diversamente sentirò delle sue circolazioni, avvegnachè tutti siano accordati in questo, che tanti sono, quanti movimenti esso fa ». I quali movimenti, secondo la migliore opinione degli astrologi, erano tre, cioè il movimento della stella nel suo epiciclo, il movimento del centro dell'epiciclo sul deferente e il movimento di tutto il cielo di Venere, seguendo il movimento del cielo stellato da occidente in oriente, di un grado ogni cento anni.

Il movimento diurno da oriente in occidente, che il cielo di Venere anche aveva, gli parve presuntuoso giudicare se dovesse attribuirsi a

(1) Intendi: li cieli mobili, che sono nove, narrano il numero, gli ordini e le gerarchie, e il decimo cielo, cioè l'empireo, annunzia, ecc.

qualche *Intelletto*, cioè ad Angeli motori, piuttosto che alla rapina del primo mobile. Scrivendo il *Paradiso*, sciolse anche questo dubbio, ed affermò (XXVIII, 70-71) che il primo mobile « tutto quanto rape l'altro universo seco ». Confermò dunque quello che aveva letto in Sacrobosco, il quale insegnava che il primo mobile « omnes alias speras impetu suo rapit intra diem et noctem circa terram semel ».

Queste spiegazioni, che oggi a noi paiono tanto fantastiche, avevano a quei tempi aspetto di fisica realtà. Ma forse anche noi oggi possiamo illuderci, ritenendo di possedere nel principio della gravitazione universale la vera causa fisica del movimento dei corpi celesti. La gravitazione universale è essa pure un'astrazione anche più difficile a concepire che non sia quella delle Intelligenze motrici. Sulla sua realtà fisica, gli astronomi puri, come Gauss, si esprimono con precauzione, affermando che il movimento di un pianeta attorno al Sole avviene *come se* i due corpi si attraessero con una forza direttamente proporzionale alle masse ed inversamente proporzionale ai quadrati delle distanze. Certamente è un immenso progresso quello di aver trasferita la causa dei movimenti celesti dal campo arbitrario della Metafisica in quello rigoroso dell'analisi matematica. Ma questa analisi, relativamente semplice quando si tratta del movimento di due soli corpi celesti, si complica enormemente quando si tratta di determinare il movimento anche di soli tre corpi o di spiegare un fenomeno come quello delle maree; il che mostra che i nostri mezzi matematici non riescono ad impadronirsi delle cause fisiche semplici. Oggi il fenomeno della precessione degli equinozii, che corrisponde al lento movimento del cielo stellato, prodotto secondo gli antichi dai Cherubini, si spiega con l'attrazione che il Sole e la Luna esercitano sul rigonfiamento equatoriale terrestre, combinata col movimento rotatorio della terra: ma chi intuirebbe questa spiegazione senza il responso dell'analisi? Nè facil cosa è spiegare col principio della gravitazione il movimento rotatorio della terra, al quale corrisponde il movimento del primo mobile che gli antichi attribuivano ai Serafini.

10. **Continuazione.** — Agli astronomi moderni fanno più che altro impressione le denominazioni di *creature angeliche* o *intelligenze motrici*, perchè a queste parole si associano facilmente i significati vaghi della poesia, che le considera nel campo del fantastico, o quelli difficilmente accessibili della teologia, che le considera in un campo tutto spirituale; ma se si considerano nel campo della filosofia naturale come

energie operatrici o produttrici degli effetti della natura, vi si scorge un'analogia più intima che non paia a prima vista, con quello che i moderni chiamano forze naturali e forze spirituali. Dante avverte esplicitamente che il nome di angeli è dato a queste Intelligenze motrici dalla vulgare gente. « Li movitori (dei cieli) sono sustanze separate da materia, cioè Intelligenze, le quali la vulgare gente chiama angeli » (*Conv.*, II, 5). Egli nella canzone « Voi che intendendo il terzo ciel movete » dirige ad esse il suo discorso e le invita ad *odire* il ragionare che è nel suo cuore; ma avverte che quelle intelligenze non odono e non hanno senso alcuno: « non dico udite, perch'elli odano alcuno suono, ch'elli non hanno senso: ma dico udite, cioè con quello udire ch'elli hanno, che è intendere per intelletto ». In *De Vulgari Eloquentia* (Lib. I, cap. 2) avverte anche che gli angeli non parlano e che per intendersi non hanno bisogno della favella; perchè, a manifestare le loro gloriose concezioni, hanno prontissima e ineffabile sufficienza d'intelletto, per la quale, o l'uno si rende interamente noto all'altro per se stesso, o tutti si rispecchiano bellissimi e avidissimi in quel fulgentissimo specchio, nel quale tutti vengono rappresentati: « Cum... angeli ad pandendas gloriosas eorum conceptiones habeant promptissimam atque ineffabilem sufficientiam intellectus, qua vel alter alteri totaliter innotescit per se, vel saltem per illud fulgentissimum speculum in quo cuncti representantur pulcherrimi atque avidissimi speculantur, nullo signo locutionis indignisse videntur ». In *Conv.*, III, 4, dice che noi non possiamo comprendere la vera essenza di quelle Intelligenze: « il nostro intelletto... non puote a certe cose salire, perocchè la fantasia nol puote aiutare... siccome sono le sustanze partite da materia: delle quali se alcuna considerazione di quelle avere potemo, intendere non le potemo, nè comprendere perfettamente ».

Entrando più esplicitamente nel campo della filosofia naturale, Dante dice che l'essenza di queste intelligenze motrici sta nell'operare, e che esse si distinguono dalle intelligenze contemplatrici, la cui essenza sta nella contemplazione di Dio. Egli ravvicina le intelligenze motrici alle *idee* o cause universali di Platone, o alle semplici cause di altri filosofi, le quali sarebbero tante quanti sono gli effetti naturali. « Di queste creature (angeliche), siccome delli cieli, diversi diversamente hanno sentito, avvegnachè la verità sia trovata. Furono certi filosofi, dei quali pare essere Aristotile nella sua *Metafisica*, avvegnachè nel primo di *Cielo e Mondo* incidentemente paia sentire altrimenti, che credettero solamente essere tante queste quante circolezioni fossero nelli cieli, e non più; di-

cendo che l'altre sarebbero state eternalmente indarno, senza operazione: ch'era impossibile, conciossiacoschè il loro essere sia loro operazione. Altri furono, siccome Plato, uomo eccellentissimo, che puosono non solamente tante Intelligenze, quanti sono li movimenti del cielo, ma eziandio quante sono le spezie delle cose; siccome una spezie tutti gli uomini, e un'altra tutto l'oro, e un'altra tutte le ricchezze e così di tutto: e vollero che siccome le Intelligenze dei cieli sono generatrici di quelli, ciascuna del suo, così queste fossero generatrici dell'altre cose, ed esempli ciascuna della sua spezie. E chiamale Plato *Idee*, che tanto è a dire, quanto forme e nature universali... E avvegnachè per ragione umana queste opinioni di sopra fossero fornite e per sperienza non lieve, la verità, ancora per loro veduta non fu, e per difetto di ragione, e per difetto d'ammaestramento. Chè pur per ragione veder si può in molto maggior numero essere le creature sopradette, che non sono gli effetti che gli uomini possono intendere. E l'una ragione è questa: nessuno dubita, nè Filosofo, nè Gentile, nè Giudeo, nè Cristiano, nè alcuna setta, che elle non siano piene di tutta beatitudine, o tutte o la maggior parte: e che quelle beate non siano in perfettissimo stato. Onde, conciossiacoschè quella che è qui l'umana natura, non pure una beatitudine abbia, ma due, siccome quella della *vita civile*, e quella della *contemplativa*; irrazionale sarebbe se noi vedemo quelle avere beatitudine della vita attiva, cioè civile, nel governare del mondo, e non avessero quella contemplativa, la quale è più eccellente e più divina. E conciossiacoschè quella che ha la beatitudine del governare, non possa l'altra avere, perchè lo intelletto loro è uno e perpetuo, conviene essere altre di fuori di questo ministero, che solamente vivano speculando. E perchè questa vita è più divina, e quanto la cosa è più divina, è più di Dio simigliante, manifesto è che questa vita è da Dio più amata: e s'ella è più amata, più le è la sua beatanza stata larga; e se più l'è stata larga, più viventi l'ha dato, che all'altra. Per che si conchiude che troppo maggior numero sia quello di quelle creature, che gli effetti non dimostrano » (*Conv.*, II, 5).

Tra le intelligenze motrici degli antichi e le forze naturali attrattive dei moderni vi ha anche una certa affinità di denominazione. La forza di gravità che si manifesta nei corpi alla superficie della terra, per gli antichi era una naturale *tendenza* dei corpi verso il centro dell'universo; e questa tendenza venne pur detta *attrazione*, nel senso che il centro dell'universo traeva a sè i corpi pesanti, come a loro proprio fine. Da *tendere* facilmente si passa al verbo *intendere*, e intendere si

usurpava tanto nel senso di *mirare* o *muoversi* verso un dato punto, quanto nel senso di produrre una *tensione*, nel qual senso si diceva dell'arco e di altre cose simili. Da *intendere* viene *intendenza* e *intendanza*, che tanto valeva quanto *tendenza* o *amore naturale*. E *amore* veniva pure chiamata la forza di gravità: « le corpora semplici hanno amore naturato in sè al loro loco proprio, e però la terra sempre discende al centro; il fuoco alla circonferenza di sopra lungo il cielo della Luna, e però sempre sale a quello » (*Conr.*, III, 3).

L'*intendere* o l'*intendiamento* o la *intezione* veniva attribuito alle cose naturali, e anche Galileo parla del suo proprio intendere e dell'intendere della natura (*Nuova Crusca* al vocabolo *intendere* sostantivo). Da *intendere* anche facilmente si passa ad *intelligere* e da questo a *intelletto*, adoperato e come participio e come sostantivo, ed al verbale *intelligenza*, la quale ha anche il senso di tendenza d'amore. E se con questi ultimi vocaboli può parere di esserci troppo allontanati dal campo naturale e di essere entrati pienamente nel campo spirituale, ecco Dante che nella stessa poesia, parlando degli ordini delle Intelligenze celesti, dice (*Par.*, XXVIII, 127-129):

Questi ordini di su tutti rimirano,
E di giù vincon sì, che verso Dio
Tutti tirati sono, e tutti tirano:

dove nel *rimirano* si scorge di nuovo l'*intendere* o intendere lo sguardo o tendere, nell'*essere tirati* e nel *tirare* si ha l'espressione di un'azione interamente naturale, e nel *vincono* che qui, come a me pare, viene da *vincere* (cioè *stringere*, *legare*), e non già da *vincere* (1), si ha quasi una rappresentazione materiale della maniera secondo la quale tutto il mondo è governato e retto da Dio. È inutile ripetere che qui si tratta sempre del *mirare*, del *legare* e del *tirare* per virtù d'intelletto e non per organo alcuno materiale. * Questi movitori muovono, solo intendendo,

(1) Non so se questa spiegazione sia nuova, nè so quale accoglienza se nuova, le faranno i dantisti. In appoggio cito questi altri due luoghi: *Par.*, XXVIII, 98-102,

...i cerchi primi
T'hanno mostrato i Serafi e i Cherubi:
Così veloci seguono i suoi vimi,
Per simigliarsi al punto quanto ponno,
E posson quanto a veder son sublimi;

e *Par.*, XXIX, 34-36,

Pura potenza tenne la parte ima;
Nel mezzo strinse potenza con atto
Tal vime che giunsmi non si divima.

la circolazione in quello soggetto proprio che ciascuno muove. La forma nobilissima del cielo, che ha in sè principio di questa natura passiva, gira toccata da virtù motrice che questo intende: e dico toccata, non corporalmente (1), per tatto di virtù, la quale si dirige in quello » (*Conv.*, II, 6). Ma la rappresentazione di queste azioni è presa dal mondo materiale.

Concludendo, tendenze, intendimenti, intendenze, intelletti, intelligenze, virtù, amori erano le denominazioni che gli antichi usavano per dinotare le cause produttrici dei movimenti naturali: essi non potevano in questo senso adoperare la parola *forza*, alla quale attribuivano il significato di *violenza*, ossia di causa produttrice di movimenti contro natura od oltre natura, i quali non potevano essere se non temporanei.

11. Varie allusioni dantesche al movimento proprio della sfera stellata. — Dante allude varie volte al lento movimento della sfera stellata da occidente in oriente.

Nella *Vita Nuova*, § II, vuole indicare l'età di Beatrice nel giorno in cui egli la vide la prima volta. Beatrice aveva otto anni e quattro mesi, ossia cento mesi, che formano la dodicesima parte di cento anni: in tale intervallo di tempo quindi la sfera stellata si era mossa verso oriente della dodicesima parte di un grado. Ed il poeta dice: « Ella era in questa vita già stata tauto, che ne lo suo tempo lo cielo stellato era mosso verso la parte d'oriente de le dodici parti l'una d'un grado, sì che quasi dal principio del suo anno nono apparve a me ».

In *Purg.*, XI, 103-108, Dante si fa dire da Oderisi: — Ancorchè tu muoia vecchio, non maggior fama, che se fossi morto bambino, resterà di te prima che passino mille anni, che rispetto all'eternità sono meno di un batter di ciglia rispetto al periodo della circolazione del cielo stellato.

Che voce avrai tu più, se vecchia scindi
Da te la carne, che se fossi morto
Innanzi che lasciassi il pappo e il dindi,
Pria che passin mill'anni? che è più corto
Spazio all'eterno, che un muover di ciglia
Al cerchio (2) che più tardi in cielo è torto.

(1) Intendi: toccata non corporalmente, ma per tatto di virtù, etc.

(2) Qui la parola *cerchio* può significare il cerchio equatore del cielo stellato, o lo stesso cielo stellato, o forse anche meglio la sua circolazione. E *torto* dal significato proprio del latino *torqueo* e *torqueor* significa *è volto* od anche *è portato in giro* dalle intelligenze motrici. Con analogo significato in *Par.*, XVII, 81, dice che le *ruote*

Nel capitolo 15° del trattato II del *Convivio*, il cielo stellato è paragonato alla fisica e alla metafisica per diverse proprietà: tra l'altro è detto: « Ancora per li due movimenti (il cielo stellato) significa queste due scienze; chè per lo movimento nel quale ogni di si rivolge e fa nuova circolazione di punto a punto, significa le cose naturali corruttibili, che cotidianamente compiono lor via, e la loro materia si muta di forma in forma, e di questo tratta la fisica: e per lo movimento quasi insensibile, che fa da occidente in oriente per un grado in cento anni, significa le cose incorruttibili, le quali ebbero da Dio cominciamento di ereazione, e non averanno fine, e di queste tratta la metafisica. E però dico che questo movimento significa quelle, che essa circolazione cominciò e non avrà fine (1): chè fine della circolazione è redire a uno medesimo punto, al quale non tornerà questo cielo, secondo questo movimento, chè dal cominciamento del mondo poco più che la sesta parte è volto: e noi siamo già nell'ultima etade del secolo, e attendemo veracemente la consumazione del celestiale movimento ».

Al principio dello stesso capitolo è detto: « (il cielo stellato) mostraci un solo movimento da oriente a occidente, e un altro che fa da occidente a oriente quasi ci tiene ascoso ».

Nel capitolo 6° del trattato II, è scritto: « li quali (movimenti di Venere), secondochè nel *Libro dell'aggregazione delle stelle* epilogato si trova dalla migliore dimostrazione degli astrologi, sono tre: uno, secondo che la stella si muove verso lo suo epicielo: l'altro, secondo che lo epicielo si muove con tutto il cielo ugualmente con quello del Sole; il terzo, secondo che tutto quel cielo si muove, seguendo il movimento della stellata sfera, da occidente in oriente, in cento anni uno grado ».

Nello stesso capitolo 15° del trattato II, innanzi citato, Dante enumera gli effetti che verrebbero se al primo mobile non fosse stato impresso il movimento diurno. Egli dice: « Ponemo che possibile fosse questo nono cielo non muovere: la terza parte del cielo *stellato* (2) sa-

celesti sono *torte* intorno a Can Grande della Scala. Ma forse vi è anche il significato che il cielo stellato e le ruote celesti sono portate in giro in senso contrario al movimento diurno, non dritttamente, ma obliquamente, o, com'è detto in *Conv.*, III, 5, *tortamente*. Anche in *Par.*, X, 16, dice che la strada del Sole e dei pianeti è *torta*. Per il muover di ciglia deveasi intendere il tempo necessario a quest'atto, e per il cerchio che in cielo è torto più tardi si deve intendere il tempo necessario al compimento di un'intera circolazione, ossia, secondo Dante, 36.000 anni.

(1) Oggi si costruirebbe così: — E dico che questo movimento significa quelle (le cose incorruttibili), per il fatto che essa circolazione cominciò e non avrà fine.

(2) La parola *stellato* manca in tutte le edizioni, ma la sua aggiunta è assolutamente necessaria.

rebbe ancora non veduta in ciascuno luogo della terra, e Saturno starebbe quattordici anni e mezzo a ciascuno luogo della terra celato, e Giove sei anni si celerebbe, e Marte un anno quasi, e 'l Sole cento ottantadue dì e quattordici ore, dico dì, cioè tanto tempo quanto misurano cotanti dì, e Venere e Mercurio quasi come il Sole si celerebbero e mostrerebbero, e la Luna per tempo di quattordici dì e mezzo starebbe ascosa a ogni gente .

12. La parte del cielo stellato non ancora veduta in ciascuno luogo della Terra. — Nel passo testè riferito, le conseguenze relative alla durata delle apparizioni del Sole, della Luna e dei pianeti sopra l'orizzonte, e delle loro occultazioni, nell'ipotesi che mancasse il movimento diurno del primo mobile, ossia, per noi moderni, nell'ipotesi che mancasse il movimento di rotazione della terra intorno al proprio asse, si comprendono senza bisogno di spiegazione. Ma l'asserzione che, nella suddetta ipotesi, la terza parte del cielo stellato sarebbe ancora non veduta in ciascuno luogo della terra, ha bisogno di chiarimenti, che non possono risultare se non da una discussione molto minuta. Dante deve aver fatto una tale discussione. Io m'ingegnerò di ricostruirla, e lo farò imitando per una piccola parte la maniera di dire dantesca sulla falsariga del capitolo 5° del trattato III del *Convivio*, esempio elegantissimo di prosa scientifica italiana. Domando venia di questo ardimento, il quale ha soltanto lo scopo di provare come la discussione si possa fare con una esposizione in Dante abituale.

— Per meglio vedere, se possibile fosse lo nono cielo non muovere, come la terza parte del cielo stellato sarebbe ancora non veduta in ciascuno luogo della terra, è da cercare in qual modo lo cielo stellato girerebbe questo nostro mondo, cioè questa parte della terra e del mare, la quale sta in sè stabile e fissa in sempiterno nel mezzo di tutto il corpo dell'universo. Prima adunque dico che se il cielo cristallino, il quale per primo mobile s'intende, non si movesse col primo movimento che volge tutto da oriente in occidente, nè li suoi poli sarebbero, nè lo suo cerchio equatore, nè sarebbe la distinzione delli dodici segni o delli loro principii. E li poli del cielo stellato, o del secondo movimento, che ora vediamo essere portati in giro attorno alli primi poli nello spazio di un dì, sarebbero fermi, fissi e non mutabili secondo alcun rispetto, o tutto lo cielo stellato si rivolgerebbe attorno ad essi col moto lentissimo da occidente in oriente, di un grado in cento anni. E lo cerchio equatore di questo movimento sarebbe ancora quello che si chiama zo-

diaco (eclittica), sotto il quale ancora si girerebbe il corpo del Sole nello spazio di un anno. E dei due poli del cielo stellato uno sarebbe ancora manifesto ai paesi che sono di qua dal primo clima, cioè questo nostro settentrionale, l'altro, cioè lo meridionale, sarebbe celato; e la quantità di cui l'uno o l'altro di questi poli apparirebbe elevato sull'orizzonte di ciascun luogo, sarebbe fissa e non mutabile in sempiterno.

Poniamo ora che da questo polo settentrionale del cielo stellato potesse cadere una pietra; ella cadrebbe in quel punto di questa terra, dove se un uomo fosse diritto in piede, il detto polo settentrionale gli sarebbe sempre nel mezzo del capo; e quivi immaginiamo una città che abbia nome Beatrice. Se ancora dall'altro polo del cielo stellato potesse cadere una pietra, ella cadrebbe in su questo globo nel punto che è direttamente opposto a Beatrice; e quivi immaginiamo un'altra città, che abbia nome Rachele. E da Beatrice a Rachele, diritto andando dall'una all'altra, sarebbe da ogni parte mezzo lo cerchio di questo globo, e li cittadini di Beatrice avrebbero le piante direttamente opposte alle piante dei cittadini di Rachele. Immaginiamo ancora in su questo globo un cerchio, lo quale fosse in ciascuna sua parte tanto di lungi da Beatrice quanto da Rachele; e se un uomo fosse diritto in piede in un punto qualunque di questo cerchio, lo zodiaco gli passerebbe sempre pel mezzo del capo. Segnati dunque questi tre luoghi in su questa terra, leggiermente si può vedere come secondo quello che abbiamo supposto lo cielo stellato la girerebbe.

Dico adunque che se un uomo fosse diritto a Beatrice, vedrebbe del cielo stellato solamente la metà settentrionale, senza alcuna variazione in sempiterno, e vedrebbe questa lentamente girare come una mola, e vedrebbe andare per lo braccio sinistro. E vedrebbe ancora il Sole girare intorno giù alla terra e al mare ma più ratto, mostrando solamente mezzo lo corpo suo e andare anche per lo braccio sinistro e compiere lo suo giro in un anno. E la rattezza del cielo del Sole a quella del cielo stellato sarebbe tale che, compiuti che fossero cento giri di Sole, lo cielo stellato sarebbe mosso delle trecentosessanta parti l'una della sua circolazione, sicchè nel tempo di trentaseimila giri di Sole si compirebbe la circolazione del cielo stellato.

Ed un uomo che fosse diritto a Rachele, vedrebbe del cielo stellato solamente l'altra metà, la quale è perpetualmente celata a Beatrice, e vedrebbe girare andando per lo braccio destro; e il Sole similmente gli girerebbe intorno per lo braccio destro, di sè mostrando l'altra metà del corpo suo, la quale è perpetualmente celata a Beatrice. Sicchè tanto

alli cittadini di Beatrice, quanto a quelli di Rachele, rimarrebbe in semipiterno non veduta una metà del cielo stellato e una metà del corpo del Sole.

Converrebbe anche che lo cerchio lo quale in ciascuna sua parte è egualmente distante da Beatrice e da Rachele, vedesse all'orizzonte ambo li poli del cielo stellato e questo sopra sè girare non a guisa di mola ma di ruota, della quale non vedrebbe se non mezza. E se in un punto di questo cerchio fussero due nomini diritti in piede, delli quali l'uno volgesse all'altro le spalle e l'uno volgesse lo suo braccio destro al polo settentrionale e l'altro al polo meridionale, il primo vedrebbe verso la sua fronte venire lentamente sorgendo parte del cielo stellato che prima rimaneva sotto terra, mentre l'altro vedrebbe dalla sua fronte lentamente abbassarsi e celarsi parte del cielo stellato che prima rimaneva sopra terra. Ancora al primo mostrerebbersi il Sole sorgendo e salendo sì che coi raggi lo ferirebbe per mezzo il naso, finchè dopo novantuno dì e sette ore giungerebbe sul mezzo del capo di entrambi: indi all'altro apparirebbe discendere sì che coi raggi lo ferirebbe per mezzo il naso in altri novantuno dì e sette ore: e dico di tanto tempo quanto a noi misura lo spazio di un dì, che è del giorno e della notte presi insieme. Ed il Sole rimarrebbe a questi uomini celato altrettanto tempo quanto è apparso ad essi, cioè per lo spazio di centottadue dì e quattordici ore. Ed in cento giri di Sole si scoprirebbe all'un uomo delle trecentosessanta parti l'una del cielo stellato, ed altrettanta parte si celerebbe all'altro. Sicchè a questo luogo che io dico, in diciottomila giri di Sole, cioè in tanto tempo, in quanto lo cielo stellato avrebbe compinta mezza circolazione, tutte le parti di questo cielo si sarebbero fatte manifeste. E nello spazio di seimila giri di Sole dopo che l'universo fu creato, si sarebbe fatta manifesta una metà del cielo stellato ed anche le sessanta delle centottanta parti dell'altra metà: sicchè due delle tre parti di tutto il cielo sarebbero state vedute e la terza parte sarebbe ancora non veduta a questo luogo. Ed è da sapere che ai luoghi di questo cerchio che io parlo, più del cielo stellato si sarebbe mostrato che ad altro luogo della Terra siccome puote vedere chi ha nobile ingegno, cercando come sarebbe apparso ai luoghi che fossero infra questo cerchio e le città di Beatrice e di Rachele. Ancora si può cercare quanta parte del cielo stellato appare a ciascun luogo della Terra e quanta rimane celata col moversi così del primo mobile come di esso cielo stellato.

Ed avvegnachè io abbia detto che a Beatrice ed a Rachele sarebbe perpetualmente manifesta una metà del cielo stellato e perpetualmente

celata l'altra metà, non però in queste città si vedrebbe mai alcuna stella, per la presenza del Sole sull'orizzonte di entrambe: nè per segno alcuno potrebbero discernere la circolazione di esso cielo. E neanche nei luoghi che fossero intorno da queste due città di lungi meno di trecentoquaranta miglia, si vedrebbe mai alcuna stella, perchè il Sole non discenderebbe mai di sotto dall'orizzonte di essi più di sei gradi: nè in quelli luoghi che fossero di lungi più che trecentoquaranta miglia, ma meno di millo, le stelle si vedrebbero tutte, ma le più piccole perderebbero il loro parere, perchè il Sole non discenderebbe mai dall'orizzonte di questi luoghi più di diciotto gradi —.

13. **Continuazione.** — Non sarebbe difficile continuare ad esporre, imitando il linguaggio dantesco, quali parti del cielo stellato apparirebbero e quali rimarrebbero celate ai luoghi della terra i cui zenith cadessero tra l'eclittica e uno dei suoi poli; ma la cosa stancherebbe me ed il lettore: e però,

Come il falcon ch'è stato assai sull'ali,
Che, senza veder logoro o uccello,
Fa dire al falconiere: « Oimè tu cali! ».

ritorno al nostro linguaggio moderno più libero e spiccio.

Consideriamo dunque sulla superficie della terra un luogo il cui zenith cadesse tra l'eclittica e il polo boreale di essa. Possiamo conservare il nome di *meridiano* per dinotare il circolo massimo che passa per i poli dell'eclittica e per lo zenith e il nadir; il nome di *punto nord* per dinotare il punto in cui il semicircolo meridiano che va dal polo nord al polo sud passando per il nadir incontra l'orizzonte, e quello di *punto sud* per indicare il punto in cui il semicircolo meridiano che va dal polo nord al polo sud passando per lo zenith incontra l'orizzonte. Sia β_0 la latitudine celeste del punto nord; sarà $-\beta_0$ la latitudine celeste del punto sud e la quantità β_0 , che è il complemento dell'altezza del polo boreale dell'eclittica dall'orizzonte, per quello che abbiamo detto, rimarrebbe costante. Il parallelo di latitudine β_0 (parallelo all'eclittica) staccerebbe dal cielo stellato verso borea una calotta che nella circolazione di questo cielo rimarrebbe sempre sopra l'orizzonte del luogo, e noi la chiameremo *calotta di perpetua apparizione*. Il parallelo di latitudine $-\beta_0$ staccerebbe verso austro una calotta che rimarrebbe sempre sotto l'orizzonte del luogo, e noi la chiameremo *calotta di perpetua occultazione*. La zona intermedia tra i paralleli di latitudine β_0 e $-\beta_0$ rimarrebbe per metà sopra l'orizzonte del luogo e per metà sotto, e i suoi punti con la cir-

colazione del cielo stellato sorgerebbero dalla parte di occidente e tramonterebbero dalla parte di oriente.

Il tempo necessario perchè i punti di un dato parallelo di latitudine, appartenente a questa zona, si rendessero tutti manifesti, starebbe alla durata della circolazione del cielo stellato come l'arco che rimane sotto terra sta a 360 gradi. I punti dell'eclittica si renderebbero tutti manifesti nella durata di mezza circolazione: quelli dei paralleli vicini al parallelo di latitudine β_0 si renderebbero tutti manifesti dopo breve spazio di tempo: per i paralleli vicini a quelli di latitudine $-\beta_0$, occorrerebbe quasi l'intera durata della circolazione. L'arco che rimarrebbe sotto terra in un parallelo di data latitudine, si potrebbe determinare con la stessa formola che si adopera per determinare l'arco notturno di un parallelo di data declinazione, sostituendo alla declinazione la latitudine.

Per indagare quanta parte di questa zona si rende manifesta e quanta rimane ancora non veduta dopo seimila anni dalla creazione, durante i quali il cielo stellato si sarebbe mosso di 60 gradi, sarà conveniente suddividerla in tre parti mediante i due circoli paralleli all'eclittica e simmetrici, dei quali uno rimane sotto terra per un arco di 60 gradi e l'altro rimane sopra terra per lo stesso arco di 60 gradi. Nello spazio di seimila anni, la zona compresa tra il parallelo di latitudine β_0 e quello che rimane sotto terra per un arco di 60 gradi, sarebbe apparsa tutta; della zona compresa tra il parallelo di latitudine $-\beta_0$ e quello che rimane sopra terra per un arco di 60 gradi, sarebbe apparsa meno della terza parte; sicchè rimarrebbe ancora non veduta più della terza parte di queste due zone prese insieme. Ciò si può vedere anche più chiaramente considerando in queste due zone due paralleli simmetrici, dei quali uno rimanga sotto terra per un arco di m gradi (m essendo minore di 60) e l'altro rimanga sopra terra per lo stesso arco di m gradi. Il primo dei detti paralleli si sarebbe reso tutto manifesto; del secondo si sarebbero resi manifesti $m + 60$ gradi; sicchè dei 720 gradi, quanti ne misurano i due paralleli presi insieme, se ne sarebbero manifestati $420 + m$ e rimarrebbero ancora non veduti $300 - m$ gradi. Poichè m varia da zero a 60 gradi, il numero dei gradi non veduti per ciascuna coppia di paralleli varia da 300 a 240 gradi, cioè dai $5/12$ ai $4/12$, ossia dai $5/12$ a $1/3$ di 720 gradi. Quindi più precisamente, delle due zone prese insieme, rimarrebbe ancora non veduta una parte che è minore dei $5/12$, ma maggiore di $1/3$. Finalmente della zona intermedia compresa tra il parallelo di latitudine che rimane sotto terra per un arco di 60 gradi e il parallelo di latitudine che rimane sopra terra per un arco

di 60 gradi sarebbe apparsa la metà più la terza parte dell'altra metà, quindi rimarrebbe ancora non veduta la terza parte di tutta la zona. Infatti, se consideriamo i due paralleli simmetrici, dei quali uno rimane sotterra per un arco di n gradi (n essendo maggiore di 60) e l'altro rimane sopra terra per lo stesso arco di n gradi, del primo sarebbero apparsi $360 - n + 60$ gradi e dell'altro sarebbero apparsi $n + 60$ gradi; sicchè, in complesso, dei due paralleli sarebbero apparsi 480 gradi e ne rimarrebbero ancora non veduti 240, che sono la terza parte dei 720 gradi che essi misurano presi insieme. Ciò verificandosi per tutte le coppie dei paralleli di questa zona intermedia, si conchiude che di essa rimarrebbe ancora non veduta giusto la terza parte.

Dunque della calotta di perpetua apparizione e della calotta di perpetua occultazione prese insieme sarebbe rimasta non veduta la metà; delle due zone laterali prese insieme sarebbe rimasta non veduta una frazione compresa tra $5/12$ e $1/3$, e della zona intermedia sarebbe rimasta non veduta la terza parte: sicchè, in complesso, di tutto il cielo stellato sarebbe rimasta non veduta meno della metà ma più della terza parte.

Concludendo, l'asserzione dantesca che la terza parte del cielo stellato sarebbe ancora non veduta in ciascun luogo della Terra, si deve intendere nel senso che ciascun luogo della Terra avrebbe veduto almeno la metà del cielo stellato, ma nessun luogo avrebbe veduto più dei due terzi di esso cielo, e quindi a qualsivoglia luogo sarebbe ancora non veduta *almeno* la terza parte.

Bisogna tuttavia notare che, secondo le indicazioni fornite da Dante nella *Commedia*, dalla creazione fino ai suoi tempi sarebbero decorsi sessantacinque secoli e che quindi egli avrà detto la *terza parte* « grossamente assegnando »: se avesse voluto più sottilmente assegnare, avrebbe dovuto dire $115/360$, ovvero $23/72$, frazione che, secondo l'uso dei suoi tempi, si sarebbe espressa con la somma delle tre frazioni $1/4$, $1/18$ e $1/72$, e che egli avrebbe indicata con la locuzione: — la quarta parte ed anche delle diciotto parti l'una e delle settantadue parti l'una del cielo stellato —.

14. Relazione tra la latitudine di un parallelo e l'arco di esso che rimane sotterra. — Qualche lettore potrebbe desiderare le formole a cui abbiamo alluso nel numero precedente tra la latitudine di un circolo parallelo all'eclittica e l'arco di esso che rimane, sotto terra nell'ipotesi di cui ci stiamo occupando.

Chiamando dunque β_0 la latitudine celeste del punto nord e β la latitudine di un parallelo compreso tra i paralleli di latitudine β_0 e $-\beta_0$, dinotando con t la metà dell'arco sotterra espresso in gradi del detto parallelo, si ha per calcolare t la formola

$$\cos t = \frac{\tan \beta}{\tan \beta_0}, \quad [1]$$

da cui si deduce l'altra

$$\tan^2 \frac{1}{2} t = \frac{\sin (\beta_0 - \beta)}{\sin (\beta_0 + \beta)}, \quad [2]$$

Se fosse dato il semiarco sotterra t e si volesse ricavare la latitudine β del parallelo, dalla [1] si avrebbe

$$\tan \beta = \cos t \tan \beta_0, \quad [3]$$

e dalla [2] si avrebbe

$$\tan (\beta_0 - \beta) = \frac{\tan^2 \frac{1}{2} t \sin 2 \beta_0}{1 + \tan^2 \frac{1}{2} t \cos 2 \beta_0}. \quad [4]$$

Se l'arco sotterra dovesse essere di 60 gradi, come è accennato nel numero precedente, si avrebbe, facendo $t = 30^\circ$

$$\tan \beta = \frac{\sqrt{3}}{2} \tan \beta_0, \quad [5]$$

ovvero

$$\tan (\beta_0 - \beta) = \frac{(2 - \sqrt{3}) \sin 2 \beta_0}{2 + \sqrt{3} + (2 - \sqrt{3}) \cos 2 \beta_0}; \quad [6]$$

e se l'arco sotterra dovesse essere di 300° , si avrebbe, facendo $t = 150^\circ$,

$$\tan \beta = -\frac{\sqrt{3}}{2} \tan \beta_0, \quad [7]$$

ovvero

$$\tan (\beta_0 - \beta) = \frac{(2 + \sqrt{3}) \sin 2 \beta_0}{2 - \sqrt{3} + (2 + \sqrt{3}) \cos 2 \beta_0}. \quad [8]$$

Se contemporaneamente fosse $\beta_0 = 45^\circ$, si avrebbe per $t = 30^\circ$

$$\tan \beta = \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad [9]$$

ovvero

$$\tan (45^\circ - \beta) = \frac{2 - \sqrt{3}}{2 + \sqrt{3}}. \quad [10]$$

E se fosse $\beta_0 = 30^\circ$, si avrebbe per $t = 30^\circ$

$$\tan \beta = \frac{1}{2}, \quad [11]$$

ovvero

$$\tan (30^\circ - \beta) = \frac{2\sqrt{3} - 3}{6 + \sqrt{3}}. \quad [12]$$

(Continua).

LE VARIAZIONI DEL PERIODO DI ALGOL

—x—

In un articolo apparso in questa Rivista nel maggio dell'anno scorso (1), parlai della durata del periodo di Algol, ossia del tempo che corre fra due consecutivi minimi principali, e dissi che esso è di circa 69 ore. Da gran tempo però gli astronomi si sono accorti che tale durata non è rigorosamente costante, bensì esposta a piccole variazioni da un'epoca all'altra. Anzi, nel 1850 osservava l'Argelander che « la diminuzione del periodo procede ora più rapida di prima » il che vuol dire che non solo egli riconosceva una variazione, ma perfino una variazione della variazione, onde poteva a buon diritto concludere che « di questa stella si avrà col tempo una formula a seni, indicante le perturbazioni del periodo ». Erano passati pochi decenni dagli studi del laborioso astronomo di Bonn, e già la formula a seni entrava, per opera di un altro indefesso studioso di variabili, l'americano Chandler, nel dominio dell'astronomia.

(1) L'articolo presente era stato presannunziato ai nostri lettori, in qualche fascicolo dell'anno scorso, sotto il titolo: *Ancora il minimo di Algol*.

Limitata ai termini maggiori, la formula di Chandler è la seguente:
Epoca di un minimo principale qualunque =

$$= A + n P + 173^m.3 \sin \left(\frac{n}{50} + 202^s.5 \right)$$

dove:

$A = 1888$ gennaio $3^d 7^h 30^m 50^s.25$ tempo medio di Parigi,
 $P = 2^d 20^h 48^m 55^s.425$ è la durata *media* del periodo,

ed n è il numero d'ordine, positivo o negativo, del minimo che si considera, competendo il numero 0 al minimo del 3 gennaio 1888, ed i numeri interi $+1, +2, +3, \dots$ e $-1, -2, -3, \dots$ rispettivamente, ai minimi posteriori ed anteriori.

Per quello che segue è opportuno notare che la costante $+202^s.5$ che entra nell'argomento del seno, dipende esclusivamente dalla scelta del minimo iniziale, per cui $n = 0$. Nel nostro caso tale minimo risulta (fino ai decimi di minuto primo):

$$\begin{aligned} & 1888 \text{ gennaio } 3^d 7^h 30^m.8 + 173.3 \sin 202^s.5 \\ & = 1888 \text{ gennaio } 3^d 7^h 30^m.8 - 1^h 6^m.3 \\ & = 1888 \text{ gennaio } 3^d 6^h 24^m.5. \end{aligned}$$

Ma se noi contiamo i periodi da un'altra epoca, e precisamente da quella che precede l'ora scritta di $50 \times 202,5$ periodi, dovremo nella formula di Chandler scrivere $n - 50 \times 202,5$ in luogo di n , con che essa diventa:

$$(A - 50 \times 202,5 P) + n P + 173^m.3 \sin \frac{n}{50},$$

e l'argomento del seno appare liberato della parte costante. Lasciando in disparte la considerazione del nuovo minimo-origine ($A - 50 \times 202,5 P$), per tal modo sostituito al primitivo, ed il termine $n P$ che dà la distanza media, in tempo, del minimo *nessimo* dal minimo-origine, tutto il problema si concentra nel termine periodico semplificato:

$$173^m.3 \sin \frac{n}{50},$$

del quale si domanda di spiegare l'origine ed il significato fisico.

Ipotesi di Chandler. — Accogliendo un'idea già manifestata molti anni prima da W. Ferrer, Chandler spiegò il termine periodico, ammettendo che il sistema d'Algol, ossia Algol + Satellite, giri attorno ad un corpo centrale oscuro.

Consideriamo la figura 1 dove è rappresentata tale orbita con un circolo di raggio $= d$, avente il centro nel corpo centrale O e disposto in un piano passante per il nostro occhio. Contiamo i tempi dall'epoca

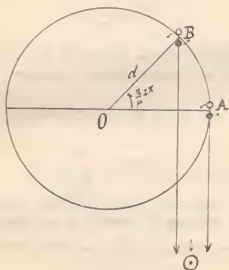


Fig. 1.

in cui il raggio vettore O A di Algol è perpendicolare al raggio visuale A $\odot$. Dopo n rivoluzioni siderali del satellite attorno ad Algol, a ciascuna delle quali attribuiamo una durata P pari al periodo medio della luce, il sistema Algol + Satellite sia arrivato in B. Se poniamo il tempo di rivoluzione attorno ad O eguale a μ volte la rivoluzione del satellite attorno ad Algol, ossia $= \mu P$, l'angolo B O A dovrà essere misurato da $\frac{n}{\mu} 360^\circ$, e la differenza delle distanze dei punti B ed A da noi (ossia la proiezione del raggio d sopra la retta visuale B $\odot$) essendo

$$= d \sin \frac{n}{\mu} 360,$$

il tempo che la luce impiegherà a percorrerla sarà

$$= \frac{d}{v} \sin \frac{n}{\mu} 360.$$

con v denotando la velocità della luce stessa: onde il minimo rispondente alla posizione B sarà in ritardo di

$$\frac{d}{v} \sin \frac{n}{\mu} 360$$

rispetto a quello che si sarebbe calcolato in base al periodo medio, da minimo osservato in A. Avremo dunque l'equazione:

$$\frac{d}{v} \sin \frac{n}{\mu} 360 = 173^m.3 \sin \frac{n}{50}$$

da cui

$$\frac{d}{v} = 173^m.3 \frac{360}{\mu} = \frac{1}{50}. \quad [1]$$

La velocità v della luce, quando si assuma per unità di tempo il minuto primo, e per unità di lunghezza il semidiametro dell'orbita terrestre, è espressa dal numero $\frac{1}{8.31}$. La prima delle equazioni [1] ci dà quindi:

$$d = \frac{173.3}{8.31} = 20.85,$$

ossia: la distanza del sistema d'Algol dall'ipotetica massa centrale sarebbe di 21 volte circa la distanza media della Terra dal Sole.

La seconda delle [1] ci dice, poi, che:

$$\mu = 50 \times 360 = 18.000$$

ossia: la rivoluzione del sistema d'Algol attorno alla massa centrale abbraccia 18.000 rivoluzioni del satellite attorno ad Algol. La rivoluzione or detta, in decimali di giorno è $= 2.86731$; perciò in un anno giuliano entrano $\frac{365,25}{2.86731} = 127.4$ rivoluzioni. Ne segue che la rotazione

del sistema attorno al corpo centrale si farebbe in $\frac{18.000}{127,4} = 141$ anni circa.

Quantunque Chandler abbia cercato di verificare questa sua ipotesi con la controprova di piccole variazioni da lui scoperte nel moto proprio di Algol, pure gli astronomi si sono mostrati piuttosto freddi nell'accogliere le sue conclusioni: tanto più che una seconda ipotesi, assai più

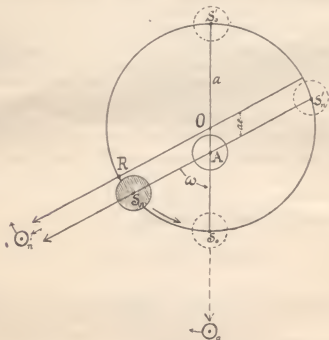


Fig. 2

semplice, fu proposta dal Tisserand, la quale spiega egualmente bene il termine periodico.

Ipotesi di Tisserand. — Senza bisogno di ricorrere all'invisibile massa centrale, Tisserand suppone che Algol sia leggermente schiacciato ed il satellite gli giri attorno in un'orbita leggermente ellittica, il cui asse, in virtù appunto dello schiacciamento di Algol, ruoti in senso diretto ed uniformemente. Per spiegare come ciò possa dar luogo al termine periodico, supponiamo che nella fig. 2 il raggio visuale cada nel piano dell'orbita $S_0 S_0' S_0'' S_0'''$ del satellite S , la quale, per essere di

debole eccentricità, poco si differenzia da un circolo, di cui poniamo il raggio $= a$. Invece però che al centro O, Algol è da immaginare collocato nel foco A, ad una distanza da O eguale al semiasse a moltiplicato per il valore numerico e dell'eccentricità.

Sia ora: P la durata della rivoluzione *siderale* del satellite attorno ad Algol, cioè il tempo che il satellite visto da Algol impiega a ritornare alla stessa stella, cioè ancora il tempo in cui il satellite compie 360 gradi egocentrici di rivoluzione; Q la durata della rivoluzione *anomalistica* del satellite stesso, cioè il tempo che intercede fra due passaggi consecutivi del satellite al periastro S_0 . Questa rivoluzione anomalistica durerebbe quanto la siderale se il periastro fosse fisso; ma noi vogliamo supporre, come dicemmo testè, che il periastro si sposti nel senso stesso del satellite, in modo da fare un giro completo sull'orbita in capo ad un certo numero μ di rivoluzioni siderali del satellite, cioè nel tempo μP : cosicchè la relazione fra P e Q si ottiene in base al seguente ragionamento. Se il periastro impiega il tempo μP a descrivere 360 gradi, esso nel tempo P si sposterà di $\frac{360^\circ}{\mu}$. D'altra parte, se il satellite gira attorno ad Algol di 360° nel tempo P, e di $360 + \frac{360}{\mu}$ nel tempo Q, dovrà avervi la proporzione

$$P : 360 = Q : 360 \left(1 + \frac{1}{\mu} \right)$$

ossia:

$$Q = P \left(1 + \frac{1}{\mu} \right).$$

relazione che, se μ è abbastanza grande, può anche scriversi

$$P = Q \left(1 - \frac{1}{\mu} \right).$$

Ora è chiaro che della rotazione del periastro possiamo tenere esatto conto se diamo una eguale rotazione, ma in senso inverso, alla visuale $A O_0$. Perciò se nel momento del minimo-origine il raggio visuale si trova nella direzione del periastro $A S_0$, dopo trascorse n rivoluzioni siderali la visuale avrà ruotato di un angolo $S_n A S_0 = \omega = \frac{n}{\mu} 360$.

onde prima che il satellite sia tornato per l'*n*-esima volta in S_0 , avrà in S_n l'*n*-esimo minimo. Per sapere di quanto questo precede il ritorno in S_0 , bisogna applicare il principio delle aree. Abbiamo:

$$\text{area } S_0 A S_n = \text{settore } R O S_0 - \text{trapezio } R O A S_n.$$

Ma il settore $R O S_0$ è quasi circolare ed ha quindi sensibilmente l'area $\frac{1}{2} a^2 \omega$; il trapezio, alla sua volta, è quasi un rettangolo, giacchè per la piccolezza dell'eccentricità dell'orbita dobbiamo ritenere le parallele $O R$ e $A S_n$ assai più vicine di quello che apparirebbe dalla figura: il trapezio (1) è dunque da porre $= a \cdot a e \sin \omega$, onde segue che:

$$\text{area } S_0 A S_n = \frac{1}{2} a^2 \omega - a^2 e \sin \omega.$$

Sia ora θ il tempo che occorre al satellite per attraversare il tratto $S_n S_0$. La proporzione kepleriana

$$\theta : Q = \text{area } S_0 A S_n : \text{area totale dell'ellisse}$$

$$= \left(\frac{1}{2} a^2 \omega - a^2 e \sin \omega \right) : \pi a^2$$

ci darà

$$\theta = \frac{Q}{2\pi} (\omega - 2e \sin \omega),$$

(1) È facile vedere che il trapezio in questione risulta dal rettangolo $a \cdot a e \sin \omega$, tagliandone via: 1° il triangoletto centrale che ha un vertice in O , e l'area

$$= \frac{1}{4} a^2 e^2 \sin 2\omega,$$

2° il triangoletto periferico di base $R S_n$, la cui area è

$$= \frac{1}{4} a^2 e^3 \sin^3 \omega.$$

Il primo di questi triangoli è di 2° ordine in e , ed il secondo di 3° ordine. Ne segue che trascurando dal 2° ordine in su, il trapezio si può ritenere equivalente al rettangolo.

e l'epoca dell'*n*esimo minimo sarà, dunque:

$$\begin{aligned} nQ - \theta &= nQ - \frac{Q}{2\pi} (\omega - 2e \sin \omega) \\ &= nQ \left(1 - \frac{1}{\mu} \right) + \frac{Q}{\pi} e \sin \frac{n}{\mu} 360^\circ. \end{aligned}$$

Abbiamo visto poc'anzi che $Q \left(1 - \frac{1}{\mu} \right)$ è sensibilmente $= P$. Consideriamo inoltre che attesa la piccolezza della eccentricità e possiamo sostituire, nel termine periodico, P a Q , ed avremo come espressione teorica dell'epoca del minimo *n*esimo:

$$nP + \frac{P}{\pi} e \sin \frac{n}{\mu} 360^\circ.$$

Confrontando il termine periodico di questa espressione col termine periodico trovato empiricamente dal Chandler, cioè

$$173^m.3 \sin \frac{n}{50}$$

abbiamo le equazioni

$$\frac{Pe}{\pi} = 173,3 \quad \frac{n}{\mu} 360 = \frac{n}{50}$$

da cui deduciamo

$$e = \frac{\pi \times 173^m.3}{P \text{ in minuti}} = \frac{3.1416 \times 173.3}{4129} = 0.132$$

$$\mu = 50 \times 360 = 18.000.$$

Secondo Tisserand, dunque, il termine periodico si spiega ammettendo che l'orbita ellittica del satellite abbia una eccentricità $= 0.132$ e la linea degli apsi compia nel senso diretto il giro dell'orbita in 18 mila periodi di luce di Algol, che equivalgono, come si vide sopra, a 141 anno circa.

L'essenziale della spiegazione del Tisserand è che tra due minimi primari consecutivi non interceda una intera rivoluzione anomalistica del satellite, bensì vi manchi qualche piccolo arco che vada successivamente occupando tutte le posizioni possibili sull'ellisse, in virtù del cambiamento progressivo d'orientazione dell'ellisse stessa. Conseguenza del principio delle aree è che il ritardo o l'anticipo rappresentato da un tale arco nel ritorno del satellite alla congiunzione, vari come in seno.

Chi dei due ha ragione? — L'ipotesi del Tisserand si raccomanda agli astronomi per la sua semplicità. Facendo a meno della massa oscura centrale, essa s'ispira al principio del *non sunt multiplicanda entia sine necessitate*. Plausibile appare anche la rotazione che il Tisserand attribuisce al periastro, in piena analogia col moto del perigeo della nostra Luna. Ma con tutto ciò una vera decisiva ragione per buttar via l'ipotesi epiciclica del Chandler non l'abbiamo. Nessuno può dire che la variabilità del moto proprio di Algol, che Chandler crede di aver scoperto e che corroborerebbe assai la sua teoria, non debba essere confermata da ulteriori osservazioni. Lungo sarebbe però l'aspettare la decisione per questa via dei moti propri, che esigono secoli per essere così esattamente indagati e verificati come occorrerebbe nel caso nostro. Fortunatamente la scoperta del minimo secondario è venuta proprio a proposito per accelerare la decisione fra le due ipotesi. Tra pochi anni infatti noi possederemo per il minimo secondario una formula che ne darà le epoche con la stessa esattezza con cui quella sopra riportata dà le epoche del minimo principale. Allora, se il moto del sistema ha luogo in un epiciclo, come vuole il Chandler, l'intervallo di tempo tra il minimo maggiore e il minore sarà costante, e quindi il termine periodico sarà per entrambi lo stesso. Ma se, invece, è vera l'ipotesi di Tisserand, in tal caso — ed è ciò che vogliamo subito dimostrare — il minimo secondario non cadrà, di solito, esattamente in mezzo ai due primari, ma oscillerà attorno alla posizione media, come un pendolo attorno alla verticale.

Riprendendo, infatti, in esame la fig. 2, è chiaro che se il passaggio del satellite *avanti* ad Algol (minimo principale) ha luogo in S_0 , cioè nel periastro, l'occultazione del satellite stesso *dietro* Algol (minimo secondario) accadrà in S'_0 , punto all'incirca diametralmente opposto a S_0 . In tal caso, quindi, il minimo secondario si produrrà sensibilmente a mezza strada fra due principali. Ma se l'eclisse maggiore è accaduta stando il satellite in S_0 , la minore si produrrà in S'_0 prima che sia compiuta mezza rivoluzione del satellite, e viceversa se l'eclisse principale è ca-

duta in S'_n , il minimo secondario avrà luogo in S_n dopo trascorsa *più* di una mezza rivoluzione.

La legge delle arce ci dà il modo di calcolare precisamente questi intervalli fra i minimi. L'area ellittica $S_n S_0 S'_n$ è eguale alla mezza ellisse, toltane la zona compresa fra le due parallele RO e $S_n S'_n$. Ora la mezza ellisse, per quanto dicemmo sopra, differisce poco dal mezzo cerchio $\frac{\pi a^2}{2}$, e la zona è quasi eguale al rettangolo $2a \cdot ae \sin \omega$.

Perciò scriveremo

$$\text{area } S_n S_0 S'_n = \frac{1}{2} \pi a^2 - 2 a^2 e \sin \omega.$$

Dividendo ambo i membri per l'area totale dell'ellisse, avremo il tempo T che occorre al satellite per portarsi da S_n a S'_n , espresso in parti della rivoluzione P . Sarà dunque:

$$T : P = S_n S_0 S'_n : \pi a^2 = \frac{1}{2} - \frac{2e}{\pi} \sin \omega.$$

e siccome, secondo Tisserand, avevamo:

$$\frac{P e}{\pi} = 173^m.3, \text{ troveremo:}$$

$$T = \frac{P}{2} - 346^m.6 \sin \omega = \frac{P}{2} - 5^h.8 \sin \omega.$$

Questo risultato ci dice che se l'ipotesi di Tisserand è giusta, il minimo secondario deve spostarsi progressivamente di circa 12 ore in 70 anni e 1/2, per ritornare allo stesso punto (rispetto al minimo principale) in capo ai 70 anni e 1/2 seguenti. Ora, un tale spostamento può essere avvertito dal fotometro a selenio in un tempo molto minore: e forse due o tre decenni di osservazione basterebbero per verificare in tal modo la teoria di Tisserand.

Probabilmente però entrambe le teorie sono troppo semplici per rappresentare il moto del sistema di Algol in tutte le sue particolarità. Le ricerche spettrali han mostrato, per esempio, che Algol ha un moto rapido di va e vieni lungo la visuale, che si ripete in periodi di circa 2 anni, e del quale nè Chandler nè Tisserand danno ragione. Secondo

Curtiss il sistema di Algol ruoterebbe intorno ad un centro distante da esso appena 89 milioni di chilometri, onde al moto epiceleico immaginato dal Chandler in base ai risultati del fotometro, se ne aggiungerebbe un altro simile, ma in più piccola scala, in forza dei responsi dello spettroscopio. Spettroscopia e fotometria devono probabilmente accumulare molti altri dati ancora, prima che una teoria qualunque possa cimentarsi a rappresentare esaurientemente i moti di questo sistema.

Amsterdam, giugno 1911.

Dott. G. STEIN.

LE ORBITE DELLA LUNA

I.

Può sembrare strano che si discorra di *orbite* della Luna e non di *orbita*, avvezzi come si è a considerare nella vita quotidiana solo il moto della Luna attorno alla Terra, lasciando in disparte il moto attorno al Sole che la Luna ha comune colla Terra, e quello di esso nello spazio. Certo è che se in Sirio, ad esempio, esistesse un essere capace di discernere i tre corpi Sole, Terra, Luna e di abbracciarne il movimento nello spazio, il percorso della Luna in cielo apparirebbe assai complicato: pur supponendo che Sirio sia fermo, il che non è, poichè Sirio ha un movimento proprio non insignificante.

La Luna circola attorno alla Terra, mentre questa si muove attorno al Sole, e mentre questo le trascina entrambe nel suo moto verso un punto della costellazione della Lira, di posizione molto incerta, con una velocità che non lo è meno, lungo un percorso la cui natura (rettilinea o curvilinea) è intieramente ignota. Se si potessero congiungere con un tratto le posizioni che il centro della Luna assume in un anno nello spazio cosmico, si otterrebbe una curva spiraliforme molto complessa. Di questa curva gli astronomi non possono nello stato odierno della scienza dir nulla: loro mancano i dati necessari precisi: essi si limitano ad occuparsi del moto della Luna attorno alla Terra ed al Sole, tenendo conto delle perturbazioni dei pianeti. E ciò costituisce già una questione formidabile, che l'analisi matematica moderna, pur potentissima, non sa risolvere che in modo approssimato. Qui, richiamate alcune nozioni essenziali, discorreremo brevemente delle orbite della Luna.

Per semplificare le cose, supponiamo il Sole fermo. La Luna correrà pur sempre nello spazio una curva spiraliforme, molto schiacciata, e tanto che potremo riguardarla come piatta: per alcune considerazioni ciò torna molto utile.

Se la Terra fosse ferma, la Luna descriverebbe un'ellisse in uno dei fuochi della quale starebbe la Terra: la presenza del Sole ed il moto annuo della Terra attorno ad esso alterano completamente quel movimento, che più rigorosamente espresso dovrebbe enunciarsi così: la Terra e la Luna descrivono orbite ellittiche attorno al loro comune centro di gravità che sta sempre nell'interno della Terra. La distanza di questo comune centro di gravità dal centro della Terra varia colla distanza della Terra dalla Luna. Alla distanza media di 60,27 raggi terrestri di 6371 km. ciascuno, quella distanza è in cifre tonde di 4714 km. La distanza media fra il centro di gravità della Terra e quello della Luna è 384.420 km.; ma la distanza reale fra i centri di gravità dei due astri oscilla fra un minimo di 354.000 km. ed un massimo di 422.500 km., in cifre tonde. Di conseguenza anche il centro di gravità del sistema Terra-Luna oscilla fra una distanza dal centro della Terra minima di 4268 km., ed una massima di 4998 km. Il centro di quella ellisse sovra menzionata dista dal centro di gravità della Terra di circa 0,055 (1 : 18 circa) della distanza media fra i centri di gravità dei due astri: distanza media che è anche il semigrand'asse dell'ellisse medesima: ossia di 21200 km.; ma giova rammentare che anche quell'eccentricità è variabile entro certi limiti.

La Luna gira attorno alla Terra in $27^d 7^h 43^m 11^s,5$ pari a 2360591,5 minuti secondi di tempo solare medio (t. s. m.). Questa durata si dice *rivoluzione siderale della Luna*, ed è l'intervallo che intercede fra due congiunzioni successive del centro della Luna con una medesima stella, ovvero a tutto rigore il tempo necessario affinché la longitudine media della Luna contata da un equinozio fisso, aumenti di 360° . La *rivoluzione siderale della Luna* dicesi talvolta anche *mese siderale*.

Dicesi poi *mese sinodico o lunare o lunazione*, l'intervallo di tempo che intercede fra due fasi consecutive dello stesso nome; la durata di una lunazione è di $29^d 12^h 44^m 2^s,8$, pari a minuti secondi 2551448,8 t. s. m.

La Luna gira sopra se stessa con un movimento sensibilmente uniforme in un tempo esattamente uguale a quello della sua rivoluzione siderale, e quindi volge costantemente alla Terra il medesimo emisfero. L'asse attorno al quale si effettua questa rotazione è inclinato di

$88^{\circ} 28' 38''$ sul piano dell'eclittica: la sua inclinazione sul piano dell'orbita lunare varia fra $83^{\circ} 11'$ ed $83^{\circ} 29'$, il piano dell'equatore lunare passando costantemente pei nodi lunari.

In un anno siderale vi sono circa 13,5 mesi siderali e 12,37 lunazioni. La Luna nel suo moto mensile orbitale attorno alla Terra, percorre il suo cammino ora internamente ora esternamente all'ellisse che il centro di gravità del sistema Terra-Luna percorre nella sua corsa annuale attorno al Sole. La Luna rimane esternamente all'orbita terrestre nell'intervallo fra il primo e l'ultimo quarto, internamente dall'ultimo quarto, passando per la Luna nuova, al primo quarto. Quindi il percorso annuo della Luna ha la forma di una curva ondulata rispetto all'eclittica, costituita da una serie di circa tredici ondulazioni serpeggianti attorno all'eclittica medesima: e si potrebbe pensare che queste ondulazioni volgano alternativamente la loro concavità e convessità verso il

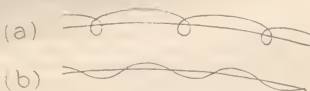


Fig. 1.

Sole, ed abbiano cioè una delle due forme rappresentate in (a) e (b) nella figura (1). Molti libri rappresentano l'orbita della Luna attorno al Sole a quel modo, come se l'orbita lunare si svolgesse, nell'anno nel piano dell'eclittica, dando così un'idea inesatta della realtà delle cose. L'orbita che la Luna descrive in un anno attorno al Sole, seguendo la Terra, vista dal Sole è sempre concava verso di esso, come dimostreremo fra breve.

Il moto lunare è tale che l'estremo del suo percorso ondulato annuo, non coincide col punto di partenza, vale a dire il suo percorso non si chiude, ma le nuove e successive ondulazioni s'intrecciano fra le antiche. Il fatto che il piano dell'orbita lunare è inclinato sull'eclittica di $5^{\circ} 8' 42''$, rende l'orbita lunare attorno al Sole spiraliforme, sempre però tale da non chiudersi. Quest'orbita così complessa, in forza del moto del Sole attraverso lo spazio stellato, si compie in regioni ognor diverse di questo, di guisa che per la Luna si può affermare, come per la Terra ed ogni altro corpo del sistema solare, che essa non mai passò nè ripasserà per il luogo nel quale essa si trova nell'istante presente.

Sia A G B l'orbita descritta dal centro di gravità del sistema Terra-Luna attorno al Sole e siano A e B i punti in cui l'orbita lunare taglia l'orbita terrestre. Sia S il Sole, che non sta sulla figura; questa è puramente schematica, fuori d'ogni

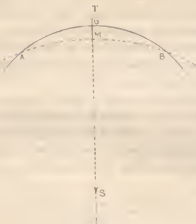


Fig. 2.

proporzione, e delineata a solo scopo di ragionamento. Siano T ed M le posizioni della Terra e della Luna a Luna nuova. In queste condizioni le attrazioni del Sole e della Terra sono su M diametralmente opposte: se noi dimostreremo che in questa posizione la Luna possiede un'accelerazione diretta verso il Sole, poichè la posizione medesima è la più sfavorevole a ciò, sarà dimostrato che anche in tutte le altre posizioni la Luna possiede un'accelerazione diretta verso il Sole, e che di conseguenza la sua orbita è concava verso

di esso in ogni suo punto. Siano poi G il centro di gravità del sistema Terra-Luna, T il centro della Terra. Allora osservo che $TM = 60,27$ raggi terrestri e che TS è circa 400 volte TM . GS sarà di alcunchè inferiore a 400 volte TM : ma con una certa approssimazione sufficiente allo scopo, si può ammettere che sia $GS = 400 \text{ } GM$. Siano ora n ed n' le velocità angolari della Luna attorno alla Terra e della Terra attorno al Sole. Nella posizione della figura (Luna nuova) l'accelerazione della Luna, verso e relativamente a G è $n^2 \times GM$: ma G ha un'accelerazione $n'^2 \times GS$, verso S : quindi l'accelerazione risultante della Luna M verso S è $n'^2 GS - n^2 GM$. Ma poichè in un anno siderale vi sono circa 13,5 mesi siderali sarà $n = 13,5 \text{ } n'$ e quindi all'ingrosso

$$n'^2 GS : n^2 GM = n'^2 GS : (13,5)^2 n'^2 GM = \frac{GS}{(13,5)^2 GM}$$

ma $GS = 400 \text{ } GM$ quindi $\frac{GS}{(13,5)^2 GM} = \frac{400}{(13,5)^2} = \frac{400}{182} = 2,2$,
quindi:

$$n'^2 GS > n^2 GM, \text{ e } n'^2 GS - n^2 GM > 0.$$

Ossia a parole, l'accelerazione risultante della Luna in M è diretta verso il Sole, come volevasi dimostrare, e quindi in ogni suo punto l'orbita lunare è concava verso il Sole, poichè lo è in M ove le condizioni più si oppongono a che ciò avvenga. Col disegno sopra un piano non si riesce a rappresentare il moto annuo della Luna con una curva sempre concava verso il Sole, ma in natura data l'inclinazione del piano dell'orbita lunare sull'eclittica, ciò si verifica realmente. Eppure in molti libri si dipinge tutt'oggi l'orbita della Luna attorno al Sole, come una curva ondulata che ad esso rivolge ora la convessità, ora la concavità.

Una questione analoga alla precedente si presenta per un punto della Terra. La Terra è animata da un moto di rotazione sopra se stessa e da un moto di traslazione attorno al Sole: in virtù di questi due movimenti un punto della superficie terrestre situato all'equatore descrive nello spazio attorno al Sole una curva ondulata rispetto all'orbita terrestre. Ma in questo caso si può dimostrare che quella curva volge al Sole ora la sua convessità, ora la sua concavità. Ma anche qui si tratta di concetti astratti, e che richiedono varie supposizioni che non sono conformi alla realtà. Se si suppone che l'equatore terrestre giaccia nel piano dell'eclittica, la curva descritta da un suo punto, quando si supponga ancora che l'eclittica sia un cerchio, è un'epicicloide (1).

OTTAVIO ZANOTTI BIANCO.

(1) La dimostrazione data nel testo è essenzialmente desunta da quella data dai sugg. Barlow e Bryan, nella loro ottima *Elementary Mathematical Astronomy*, Londra, Clive: una dimostrazione della concavità dell'orbita lunare verso il Sole leggesi nei seguenti libri: GODFRAY: *A Treatise on Astronomy*, Londra, Macmillan, 1906; GODFRAY: *An elementary treatise on lunar Theory*, Londra, Macmillan, 1885; MARTUS: *Astronomische Geographie*, Lipsia, 1880, del qual libro si hanno edizioni più recenti. Il fatto stesso poi è accennato nel libro *Astronomische Erdkunde* di OTTO HARTMANN, Grub, Berlino, 1909. Vedasi anche il libro *An introduction to Astronomy* di FOREST RAY Moulton, Londra, Macmillan, 1906. Non è a mia conoscenza che un solo libro italiano che menzioni l'argomento che forma l'oggetto della presente nota; e questo è quello intitolato «Elementi di Astronomia del P. A. MÜLLER (Roma, Derclée, 1904, vol. I, pag. 463).

ELEMENTI DI ASTRONOMIA SFERICA

Lezioni di G. V. SCHIAPARELLI

(da manoscritto dell'anno 1896)

In tutta la semicirconferenza $\Upsilon S A$ il Sole si trova nell'emisfero boreale del cielo, e percorrendo paralleli nella rivoluzione diurna, descrive nei nostri paesi archi diurni maggiori di una mezza circonferenza: quindi, nei 6 mesi che corrono dall'equinozio di primavera all'equinozio d'autunno, i giorni sono per noi più lunghi delle notti.

Procedendo innanzi nei tre mesi che seguono l'equinozio autunnale, il Sole descrive l'arco $A I$, e si sprofonda sempre più nell'emisfero australe del cielo, finchè la sua declinazione australe, diventata massima ed eguale all'obliquità dell'eclittica nel punto I distante da A di 90° , cessa di crescere e dà luogo verso il 22 dicembre al *solstizio invernale*, che segna presso di noi il cominciar dell'inverno. Finalmente, nei tre mesi che dal solstizio invernale corrono all'equinozio di primavera, il Sole percorre il quadrante $I \Upsilon$, e ascende di nuovo verso l'equatore, per ritornare dopo un anno alla sua posizione primitiva Υ , completando così il ciclo delle stagioni. In tutta la semicirconferenza $A I \Upsilon$ il Sole si trova nell'emisfero australe del cielo, e percorrendo paralleli australi nella rivoluzione diurna, descrive nei nostri paesi cerchi diurni minori di 180° ; quindi nei 6 mesi che corrono dall'equinozio d'autunno a quello di primavera i giorni sono per noi più brevi delle notti.

La durata di questo moto periodico del Sole, cioè l'intervallo di tempo che passa fra due ritorni al medesimo equinozio, dicesi *anno tropico* ed è quella che determina il giro delle stagioni e tutto il nostro sistema di cronologia civile. Essa comprende giorni solari 365,2422 cioè un po' meno di 365 giorni e un quarto.

I due equinozii ed i due solstizii, che dividono esattamente l'eclittica in quattro quadranti, soglionsi chiamare talora i quattro *cardini* dell'eclittica; il Sole nel passare pei medesimi determina il principio, la fine e la durata delle quattro stagioni. L'arco ΥS corrisponde alla primavera, l'arco $S A$ all'estate, l'arco $A I$ all'autunno, e l'arco $I \Upsilon$ all'inverno. Se per i poli celesti P, P' e per i quattro cardini conduciamo i cerchi di declinazione $P \Upsilon P'A$ e $P S P'I$, avremo i due cerchi della

sfera appellati *coluri*: il primo è detto *coluro equinoziale*, il secondo *coluro solstiziale*.

La distanza del Sole dal punto equinoziale di primavera, contata sull'eclittica nel senso del movimento, chiamasi *longitudine* del Sole. Quando il Sole è in m, m', m'', m''' le longitudini del Sole sono dunque rispettivamente $\Upsilon m, \Upsilon S m', \Upsilon S A m'', \Upsilon S A I m'''$. Se da una posizione qualunque del Sole, come m , si abbassa sull'equatore l'arco perpendicolare mn , nel triangolo rettangolo Υmn sarà Υm la longitudine, Υn l'ascensione retta, mn la declinazione del Sole. L'angolo in Υ è l'obliquità dell'eclittica. Dati dunque due dei quattro elementi ora accennati, dalla risoluzione di quel triangolo sferico potremo ricavare gli altri due.

Anticamente usavasi dividere l'eclittica in dodici parti di 30° ciascuna, chiamate *segni*. A questi segni davansi denominazioni tratte dalle costellazioni zodiacali che coincidevano con essi circa 20 secoli fa, quando questa usanza fu stabilita: e la longitudine del Sole s'indicava designando il segno in cui si trovava, e il numero di gradi percorsi a partire dal principio del segno. Tutto questo è reso più chiaro dalla seguente tavoletta.

Nome del segno	Caratteri usati per designarli	Longitud. del punto dove comincia ciascun segno	Epoca in cui il Sole si trova al principio di ciascun segno
Ariete	Υ	0°	21 marzo
Toro	φ	30	20 aprile
Gemelli	Π	60	21 maggio
Cancro	$\var�$	90	21 giugno
Leone	δ	120	23 luglio
Vergine	η	150	23 agosto
Libra	ζ	180	23 settembre
Scorpione	$\mathfrak{M}$	210	23 ottobre
Sagittario	π	240	22 novembre
Capricorno	δ	270	22 dicembre
Aquario	ω	300	20 gennaio
Pesci	χ	330	19 febbraio

Secondo questo modo di notazione, l'equinozio di primavera coincide col primo punto di Ariete, l'equinozio di autunno col primo punto della Libra, il solstizio di estate col principio del Cancro e il solstizio d'inverno col principio del Capricorno. Ed invece di dire, p. e., che il Sole si trova in 100 gradi di longitudine, si dice che è nel 10° grado del Cancro: quando il Sole si trova in 355° di longitudine, si dice che occupa il 25° grado dei Pesci, ecc.

Devesi qui notare che, mentre 2000 anni fa, ai tempi d'Ipparco, le dodici sezioni dell'eclittica già sopra indicate coincidevano coi gruppi di stelle che hanno anche oggi il medesimo nome, ora tale coincidenza non ha più luogo per una ragione che più innanzi dobbiamo dichiarare. Il segno dell'Ariete è occupato dalle stelle dei Pesci; quello del Toro dalle stelle dell'Ariete; quello dei Gemelli dalle stelle del Toro, e così innanzi. Per tal ragione, e anche per maggior comodità, dai libri moderni di Astronomia è affatto bandito l'uso dei segni, che più non si incontrano fuorchè negli almanacchi.

XXII. *Determinazione dei punti equinoziali, dell'obliquità della eclittica, e della durata dell'anno tropico.* — Due punti essendo sufficienti a determinare la posizione di un circolo massimo sulla sfera, basterebbero le osservazioni di due declinazioni del Sole e di due corrispondenti differenze di AR con una stella fissa conosciuta, per dedurre la posizione dell'eclittica, cioè la sua obliquità rispetto all'equatore, e la posizione dei punti equinoziali rispetto a quella stella. Più semplicemente si determina l'obliquità dell'eclittica misurando le altezze meridiane o le declinazioni del Sole nei due istanti dei solstizii, estivo ed invernale. È manifesto che la differenza di tali due altezze e di tali due declinazioni dà il doppio dell'obliquità.

Questa operazione si suol fare col circolo meridiano: anticamente usavasi a ciò il *gnomone*, osservando la lunghezza delle ombre meridiane proiettate all'epoca dei due solstizii da una medesima verga verticale sopra un piano esattamente orizzontale. La proporzione dell'ombra alla lunghezza del gnomone dava la tangente della distanza zenitale meridiana del Sole, e quindi un risultato analogo a quello che si avrebbe potuto dedurre dall'uso di uno strumento angolare.

La determinazione dell'epoca e della posizione degli equinozii si suol fare osservando la declinazione del Sole nei giorni contigui al 21 marzo o al 23 settembre, e dalle declinazioni notate deducendo per interpolazione l'istante in cui questa declinazione era nulla. Questo è l'istante dell'equinozio. Onde avere poi la differenza di ascensione retta fra il

punto equinoziale e una stella conosciuta, si osservano, contemporaneamente alla declinazione, le differenze di AR fra il Sole e quella stella. Dalle differenze di AR osservate sarà facile dedurre per interpolazione la differenza che aveva luogo nell'istante dell'equinozio; tal differenza non è altro che l'AR assoluta della stella, se il punto equinoziale osservato è quello di primavera. Ciò è una semplice conseguenza della convenzione, per cui si è fissato di adottare il punto equinoziale di primavera per origine delle ascensioni rette.

La durata dell'anno tropico si suol determinare paragonando fra loro le date di due equinozii di primavera (o d'autunno) osservati ad intervallo lunghissimo di tempo, e dividendo il numero dei giorni, ore e minuti trascorsi in quell'intervallo per il numero intero d'anni passati nel medesimo tempo. Il quoziente esprime quanti giorni solari o civili sono contenuti in un anno tropico, e si trova a questo modo il risultato poco sopra accennato ($365^d 24222$, oppure $365^d 5^h 48^m 47^s,5$) (1).

XXIII. *Terzo sistema di coordinate celesti: latitudine e longitudine.* — Al pari dell'orizzonte e dell'equatore celeste, anche l'eclittica è stata posta per base di un sistema di coordinate sferiche, destinate a definire le posizioni degli astri, specialmente della Luna e dei pianeti.

Sia P il polo boreale della sfera celeste,

EE' l'equatore celeste, Υ il primo punto

d'Ariete, I Υ S l'eclittica, EPE'P' il co-

luro solstiziale, S il punto solstiziale d'estate,

I quello d'inverno. Il polo boreale della

eclittica sarà un punto Q del coluro solstiziale, tale che $PQ = SE' =$ alla obliquità

dell'eclittica: il polo australe sarà Q' op-

posto a Q. Sia ora X un punto o un astro

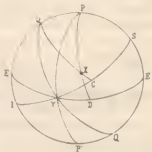
qualunque della sfera celeste: conducendo

per esso il circolo di declinazione PXD,

l'ascensione retta di X verrà designata dall'arco ΥD (o anche dall'an-

golo sferico $\Upsilon P D$), e la declinazione di X sarà XD. Similmente con-

ducasi per il polo Q dell'eclittica il circolo massimo QXC. L'arco QC



(1) I giorni e le ore si segnano rispettivamente con d e h , iniziali delle parole latine *dies* e *hora*; così pure i minuti e secondi di tempo si segnano con le iniziali m , s , per distinguerli dai minuti e secondi d'arco ai quali è riservata l'antica notazione degli apici ($'$ e $''$).

(o anche l'angolo sferico $CQ\gamma$) misura la *longitudine* dell'astro (della quale la *longitudine* più sopra accennata del Sole non è che un caso particolare); e l'arco XC dicesi *latitudine* dell'astro. La *longitudine* dunque e la *latitudine* sono rispetto all'eclittica ciò che l'ascensione retta e la declinazione sono rispetto all'equatore. Il circolo QC suolsi chiamare *circolo di latitudine* dell'astro X , e l'angolo sferico PXQ si chiamava anticamente *angolo di posizione*.

Per convertire le coordinate equatoriali di un astro in coordinate eclittiche serve la risoluzione del triangolo sferico QPX , dove il lato QP è l'obliquità dell'eclittica, i lati PX , QX sono i complementi della declinazione e della latitudine, e gli angoli in P e Q sono $90^\circ +$ ascensione retta, e $90^\circ -$ longitudine.

XXIV. *Orbita vera del Sole rispetto al centro della Terra.* — Dopo aver considerato la posizione del piano in cui si move il Sole, dobbiamo studiare la forma della curva da esso descritta in questo piano, rispetto all'osservatore che consideri se medesimo come fisso.

A tal fine si rifletta che le osservazioni fatte al circolo meridiano nell'istante della culminazione ci somministrano altrettante posizioni del Sole in ascensione retta e declinazione, da cui è facile dedurre le corrispondenti longitudini. Ora, esaminando il moto di questo astro in *longitudine*, si trova che non è interamente uniforme; che intorno al 1° gennaio, quando la *longitudine* è 281° , la velocità con cui il Sole avanza sulla eclittica è di $1^\circ 1' 9''$ al giorno, mentre intorno al 1° luglio, quando la *longitudine* è 101° , la velocità dello stesso moto è soltanto $0^\circ 57' 11''$. Nel rimanente dell'anno la velocità si tiene tra questi due limiti, oscillando gradatamente dal primo al secondo e dal secondo al primo, in guisa da subire annualmente un *maximum* e un *minimum*.

Notabile è poi che le variazioni della velocità sono simmetriche rispetto ai due accennati punti la cui *longitudine* è 281° e 101° ; cosicchè per la *longitudine* $101^\circ + 50^\circ$, per es., la velocità angolare diurna del Sole è eguale a quella che ha luogo per la *longitudine* $101^\circ - 50^\circ$. Insomma sembra che il diametro dell'eclittica compreso fra i punti 101° e 281° di *longitudine* sia un asse di simmetria per il movimento del Sole (1).

Questa congettura è ridotta a certezza, quando si considerino le variazioni del diametro del Sole. È da sapere infatti che il disco del Sole

(1) I valori 281° e 101° (o più esattamente $281^\circ 13'$ e $101^\circ 13'$) valgono per l'epoca 1900; essi crescono lentamente col tempo, in ragione di $61'',7$ ogni anno.

è di variabile ampiezza, la quale segue pure, come la velocità angolare, un periodo annuo. Essa è massima appunto il 1° gennaio, nella longitudine 281°; il diametro angolare del Sole è allora 32'36". Il *minimum* corrisponde alla longitudine 101°, ed ha luogo il 1° luglio: allora il diametro angolare del Sole sottende soltanto 31'31", e nel resto dell'anno succedono variazioni regolari dal primo limite al secondo e si osserva rispetto ai due punti 101° e 281° di longitudine una simmetria simile a quella che sopra indicammo per la velocità angolare.

Siccome è ragionevole supporre che queste variazioni del diametro solare non provengano da vera mutazione nel volume del Sole, ma semplicemente da diversità della distanza, è manifesto, che prendendo come distanze del Sole quantità inversamente proporzionali ai diametri apparenti, e combinandole con le osservazioni di longitudine, giungeremo a costruire in coordinate polari la forma dell'orbita solare.

Le longitudini saranno le ascisse angolari, e i raggi vettori saranno quantità proporzionali alle distanze o inversamente proporzionali ai diametri apparenti osservati. Da tale costruzione risulta:

1° Che l'orbita descritta dal Sole è un'ellisse poco diversa da un circolo, di cui la Terra occupa un foco.

2° Che il grande asse dell'ellisse è disposto fra i punti dell'eclittica aventi 101° e 281° di longitudine, e che corrisponde al luogo 281° il punto più vicino dell'orbita (detto *perigeo solare*), e al luogo 101° il punto più lontano (detto *apogeo solare*).

3° Che l'eccentricità dell'ellisse è $\frac{1}{60}$, per modo che la massima distanza del Sole differisce dalla minima di circa $\frac{1}{30}$ del suo valore.

4° Finalmente che tra la velocità angolare e la distanza ha luogo questo rapporto: che la prima è inversamente proporzionale al quadrato della seconda. Detta r la distanza, $d\varphi$ l'angolo percorso in longitudine nel tempo dt , si ha dunque:

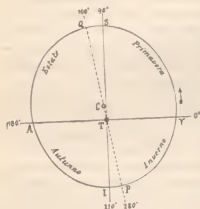
$$r^2 \frac{d\varphi}{dt} = \text{costante}.$$

equazione che esprime la nota legge di Keplero delle aree, secondo la quale le aree descritte dal raggio vettore sono proporzionali al tempo.

Muovesi adunque il Sole rispetto alla Terra secondo le leggi del moto centrale di un corpo attratto verso di noi secondo una forza inversa-

mente proporzionale al quadrato della distanza, descrivendo in un piano, intorno alla Terra come foco, un'ellisse secondo la legge delle aree. A cagione della piccolezza dell'eccentricità l'ineguaglianza del moto angolare non è molto sensibile, e la differenza di posizione fra il Sole vero ed un Sole fittizio, che descrivesse l'eclittica con moto uniforme passando al perigeo e all'apogeo insieme al Sole vero, non giunge a più di $1^{\circ} 55'$. Dal 1° gennaio al 1° luglio il Sole vero è più avanzato in longitudine che il Sole fittizio di moto uniforme; il contrario avviene dal 1° luglio al 1° gennaio. Le massime differenze hanno luogo intorno al 1° aprile e al 1° ottobre.

Tutte queste circostanze saranno rese ancora più evidenti dalla considerazione della figura susseguente, dove si rappresenta con $\Gamma S A I$ la ellisse solare, di cui il centro è C e l'eccentricità (ad arte alquanto alterata) è CT . T è la posizione della Terra nel foco: P il *perigeo*, Q l'*apogeo*. I punti P e Q diconsi spesso gli *apsidi* dell'orbita solare, e l'asse QP la *linea degli apsi*. $T\Gamma$ è la direzione dell'equinozio di primavera, da cui si comincia a contare la longitudine nel senso indicato dalla saetta,



che è pur quello del moto del Sole.

All'equinozio di primavera il Sole trovasi dunque nel punto Γ della sua orbita; al solstizio d'estate in S ; all'equinozio d'autunno in A ; al solstizio invernale in I . Al 1° gennaio in P , al 1° luglio in Q .

Si noterà che le quattro aree descritte dal raggio vettore nelle quattro stagioni, cioè i settori ellittici $T I \Gamma$, $T \Gamma S$, $T S A$, $T A I$, sebbene compresi fra angoli eguali, non sono equivalenti, onde la conseguenza, che le durate delle quattro stagioni non sono eguali.

Ed infatti la primavera dura $92^d 21^h$; l'estate $93^d 14^h$; l'autunno $89^d 18^h$; l'inverno $89^d 1^h$.

Non credasi però che questo stato di cose rimanga costante. Infatti la linea degli apsi solari non ha una direzione fissa, ma avanza nel senso medesimo che il moto del Sole, cioè da ponente a levante, di $12''$ ogni anno, di guisa che se quest'anno il Sole è passato al perigeo in un certo punto, l'anno venturo giungendo al medesimo punto troverà il perigeo ancora distante di $12''$, e dovrà impiegare a far questo inter-

vallo un tempo sensibile, quasi 25 minuti. Da ciò consegue che in capo a circa 108000 anni il perigeo si troverà nella direzione ove ora è l'apogeo e inversamente; la minima distanza del Sole avrà luogo il 1° luglio anziché il 1° gennaio, e mentre ora pel nostro emisfero la somma dell'estate e della primavera supera di 7 giorni e $\frac{2}{3}$ la somma dell'autunno e dell'inverno, avverrà allora il contrario.

Anche l'eccentricità dell'orbita solare è soggetta a lentissime variazioni; essa va presentemente diminuendo, e in capo a 24 mila anni toccherà un minimo valore (circa $\frac{1}{300}$) per cominciare a crescere di nuovo (1).

Tutte queste variazioni dipendono dall'effetto dell'azione dei pianeti sull'orbita che *veramente* la Terra descrive intorno al Sole, e della quale l'orbita *apparente* descritta dal Sole intorno alla Terra è semplicemente un effetto dipendente dalla supposizione che l'osservatore si trovi immobile nello spazio. La spiegazione di tali fenomeni dipende dall'astronomia teorica, e non può occuparci in questo corso.

XXV. *Uso del Sole nella misura del tempo.* — Il Sole determina con la sua luce le vicende del giorno e della notte, e col suo calore le vicende delle stagioni; fu quindi sempre adottato come regolatore della misura del tempo negli usi civili. Per evitare moleste riduzioni, gli astronomi sogliono esprimere la data delle loro osservazioni e dei fenomeni celesti anche secondo il calendario civile, sebbene la misura più naturale e più uniforme sia offerta dal tempo siderale.

Chiamasi *giorno solare* il tempo impiegato dal Sole a compire la sua rivoluzione diurna: il principio di questo giorno si pone, secondo l'uso civile, all'istante della *mezzanotte*, che corrisponde alla culminazione inferiore del Sole; secondo l'uso astronomico il giorno solare comincia all'istante del mezzodì seguente, o della culminazione del Sole al meridiano superiore, nel qual momento si numerano *zero* ore; la numerazione delle ore poi prosegue in modo continuo fino a 24 ore, che corrispondono a mezzodì del giorno dopo. Avviene dunque, che le date astronomiche sono sempre in ritardo di 12 ore sulle date civili, e che la numerazione dei giorni coincide soltanto nelle ore pomeridiane. Così, per esempio, quando si hanno 15 ore del giorno 2 di aprile, gli astronomi numerano 3 ore del 2 aprile, ma quando si hanno le 10 del 2 aprile, non sono che le 22 ore del 1° aprile secondo l'uso astronomico.

(1) Secondo L. E. VERRIER: (*Additions à la Connaissance des Temps*, 1843, pag. 47).

Il giorno solare è alquanto più lungo che il giorno siderale per la ragione seguente. Se il Sole e una certa stella a mezzodì di un dato giorno culminano insieme, dopo passato un giorno siderale la stella culminerà di nuovo, ma il Sole, a cagione del suo moto proprio sull'eclittica durante quel giorno, si sarà trasportato verso levante di quasi un grado. Occorrerà dunque un certo intervallo di tempo prima che egli passi al meridiano alla sua volta, e quest'intervallo è di quasi 4 minuti. Ritarda adunque il tempo solare sul tempo siderale di quasi 4 minuti al giorno e la somma di questi ritardi in capo ad un anno forma un giorno intero.

Infatti durante un anno tropico l'equinozio di primavera compie 366,24222 rivoluzioni diurne o giorni siderali. Il Sole partecipa a queste rivoluzioni, ma in virtù del moto proprio fa durante un anno esattamente una rivoluzione in senso contrario: quindi l'anno tropico è soltanto di 365,24222 giorni solari.

Il tempo solare, quale viene regolato dalle culminazioni del Sole, non è esattamente uniforme: infatti l'eccesso del giorno solare sul giorno siderale, il quale dipende dal moto proprio del Sole lungo l'eclittica durante un giorno, non può essere costante nelle diverse stagioni dell'anno, principalmente per due motivi. Prima perchè l'eclittica essendo obliqua rispetto all'equatore, ad archi eguali presi sulla medesima non corrispondono sull'equatore eguali differenze di tempo o di ascensione retta: quindi anche supponendo uniforme il moto del Sole sull'eclittica, i giorni solari dovrebbero per ciò solo essere disuguali. Ma inoltre abbiamo veduto che il moto del Sole in longitudine non è uniforme e che esso è assai più rapido al principio di gennaio che al principio di luglio. Dalla combinazione di queste circostanze ne segue che la durata del giorno solare varia sensibilmente con le stagioni e che l'intervallo tra due culminazioni superiori del Sole è alla fine di dicembre di 30 secondi più lungo e alla metà di settembre di 21 secondi più breve della durata media del giorno solare. Queste differenze, sebbene siano piccole sopra un giorno considerato isolatamente, pure accumulandosi in una serie di molti giorni, producono a certe epoche deviazioni tanto sensibili da un andamento uniforme, che si trovò indispensabile, anche nell'uso civile, di abbandonare l'uso del tempo solare *vero* che abbiamo ora descritto, per sostituirvi quello del tempo solare *medio*.

La durata del giorno solare medio è quella che risulterebbe dal prendere la media fra le durate di un numero infinitamente grande di giorni veri. Il principio del giorno solare medio si suol collocare in

astronomia ad un istante non molto diverso dal *mezzodì vero*, ma generalmente non coincide con questo.

L'andamento del tempo medio è fondato sulle condizioni seguenti:

Consideriamo il moto variabile del Sole lungo l'eclittica, ed immaginiamo che contemporaneamente ad esso si mova pure sull'eclittica un Sole fittizio con moto uniforme, per guisa da compire un giro intiero in un periodo esattamente eguale a quello che impiega il Sole vero. Se supponiamo che l'uno e l'altro partano insieme dal perigeo, dopo metà di un anno essi arriveranno insieme all'apogeo, e dopo un anno intiero ritorneranno ancora insieme al perigeo. Fuori di questi due punti i due Soli si troveranno ad occupare sull'eclittica posizioni diverse; e siccome gli equinozii non corrispondono all'apogeo e al perigeo, ma ne sono distanti quasi di un angolo retto, il Sole fittizio passerà negli equinozii ad un'epoca notevolmente diversa dagli istanti degli equinozii determinati dal Sole vero.

Poniamo ora che contemporaneamente al Sole fittizio dal moto uniforme si trovi nell'equinozio di primavera un terzo Sole che chiameremo il *Sole medio*, e facciamo che mentre quello percorre l'eclittica con moto uniforme, il Sole medio percorra con moto uniforme l'equatore nel medesimo senso. È manifesto che ad ogni istante l'ascensione retta del Sole medio sarà uguale alla longitudine del Sole che percorra l'eclittica con moto uniforme: questa longitudine si suole chiamare la *longitudine media* del Sole. Il moto diurno del Sole medio in ascensione retta essendo uniforme, uniforme pure sarà il ritardo delle sue culminazioni sulle culminazioni delle stelle, o sul tempo siderale. Quindi ammettendo che il *mezzodì medio* (o il principio del giorno solare medio) sia determinato dalla culminazione del Sole medio, è palese che l'intervallo fra due tali mezzodì sarà costante, e questa è la durata che si chiama *giorno medio*.

Dunque riassumendo diremo: il mezzodì medio è determinato ogni giorno dalla culminazione del Sole medio, cioè di quel punto dell'equatore, la cui ascensione retta è costantemente uguale alla longitudine media del Sole vero. In conseguenza di tale convenzione succede che il mezzodì medio coincide col mezzodì vero soltanto quattro volte all'anno, cioè il 15 aprile, il 15 giugno, il 1° settembre, il 25 dicembre. Nelle altre epoche dell'anno il mezzodì medio ora avanza, ora ritarda sul mezzodì vero; e questo avanzo o ritardo è chiamato *equazione del tempo*, di cui si trovano tavole precise, calcolate per ogni anno nelle Effemeridi astrono-

niche (1); altre meno esatte, ma sufficienti per gli usi civili, sono fra le mani di tutti (2).

La tavola dell'equazione del tempo non è esattamente la medesima tutti gli anni, ma varia leggermente da un anno all'altro a cagione delle irregolarità prodotte nelle date civili dall'intercalazione bisestile del calendario, e a cagione del moto del perigeo solare, per il quale avviene che il movimento del Sole sull'eclittica non è esattamente identico in un anno e negli anni precedenti e seguenti.

Aggiungansi ancora le perturbazioni prodotte nel moto apparente del Sole dalle attrazioni planetarie delle quali nel calcolo delle Effemeridi si suole tener conto.

Nelle Effemeridi astronomiche e nautiche si suol dare per ogni giorno dell'anno il *tempo medio a mezzodì vero*: che è quanto dire le ore, minuti e secondi che deve segnare un orologio regolato sul tempo medio nel momento che culmina il Sole vero.

Questo dato equivale a quello dell'equazione del tempo, ma però ha il vantaggio di non presentare alcuna ambiguità di segno.

XXVI. *Conversione del tempo siderale in tempo medio e reciprocamente.* — La durata dell'anno tropico comprende 365,24222 giorni solari medi e 366,24222 giorni siderali. È facile concluderne che un giorno siderale sarà eguale a

$$\frac{365,24222}{366,24222} \text{ giorni medi.}$$

ossia ad un giorno medio meno $3^m 55^s, 909$ di tempo medio. Questa quantità esprime la differenza tra il giorno solare medio e il giorno siderale, misurato in tempo medio, si chiama l'*accelerazione diurna delle fisse* (s'intende rispetto al Sole medio).

Da questo facilmente si può concludere in tempo medio la durata di un'ora, di un minuto, ecc. di tempo siderale.

(1) Le principali Effemeridi astronomiche che si pubblicano oggidì sono: il *Nautical Almanac* inglese, il suo omonimo americano, la *Connaissance des Temps* e il *Berliner astronomisches Jahrbuch*. La pubblicazione delle Effemeridi astronomiche di Milano fu continuata dagli astronomi dell'Osservatorio di Brera per 100 anni di seguito e cessò col volume del 1874.

(2) Una tavola dell'equazione del tempo, che permette facilmente di calcolarne il valore esatto (fino ai secondi) per un'epoca qualunque compresa tra il 1872 e il 1972, è data in appendice alle *Tavole logaritmico-trigonometriche con 5 decimali* di Bremker (edizione italiana eseguita per cura di L. Cremona, Milano, Hoepli).

Inversamente si troverà che un giorno medio comprende

$$\frac{366,24222}{365,24222} \text{ giorni siderali,}$$

ossia un giorno siderale più $3^m 56^s,555$ di tempo siderale. Questa differenza è uguale al ritardo diurno delle culminazioni del Sole medio misurate all'orologio siderale.

Di qui è facile dedurre la conversione in tempo siderale di qualunque numero d'ore, minuti, ecc. di tempo medio. Per facilitare la riduzione dell'una specie di tempo nell'altra, la quale occorre abbastanza frequentemente, si danno nelle Effemeridi due piccole tavole, nella prima delle quali è indicato a quanto di tempo medio corrispondono 1, 2, 3, 24 ore di tempo siderale; 1, 2, 3, 60 minuti di tempo siderale; 1, 2, 3, 60 secondi di tempo siderale; nella seconda è indicato a quanto di tempo siderale corrispondono 1, 2, 3, 24 ore di tempo medio; 1, 2, 3, 60 minuti di tempo medio, ecc. Con esse si trova adunque agevolmente il modo di esprimere in una unità le durate del tempo date nell'altra unità.

Noi abbiamo veduto che il giorno siderale comincia all'istante in cui culmina al meridiano superiore il punto equinoziale di primavera, istante che in generale non coincide col mezzodì medio, e che può occorrere a qualunque epoca del giorno solare. Onde poter convertire in tempo medio l'epoca di un'osservazione fatta ad una certa ora siderale, e inversamente, è dunque necessario sapere ogni giorno qual è l'istante in cui comincia il giorno siderale. Per questo fine si dà nelle Effemeridi ad ogni giorno dell'anno il *tempo sidereo a mezzodì medio*, cioè l'ora che deve segnare un orologio siderale ben regolato, nell'istante del mezzodì medio. Di qui è facile concludere l'equivalenza dei due tempi medio e siderale per qualunque momento della giornata.

Esempio. — È stata fatta una certa osservazione il 24 aprile 1866 a $7^h 42^m 34^s,20$ di tempo siderale: si domanda di esprimere quest'epoca in tempo medio.

Nelle Effemeridi di Milano del 1866 trovo che il giorno 24 aprile, a mezzodì medio, il tempo sidereo era $2^h 9^m 2^s,27$. Dal mezzodì medio all'istante considerato è dunque trascorso un intervallo di tempo sidereo, uguale a

$$7^h 42^m 34^s,20 - 2^h 9^m 2^s,27,$$

ossia a $5^h 33^m 31^s,93$ di tempo siderale.

Col mezzo della tabella sopra descritta trovo che questo intervallo di tempo siderale equivale a $5^h 32^m 37^s,29$ di tempo medio; il che equivale a dire che dal mezzodì medio all'epoca considerata sono trascorse, in tempo medio, $5^h 32^m 37^s,29$; insomma, erano in quel momento $5^h 32^m 37^s,29$ di tempo medio.

Dato invece che un'osservazione sia stata fatta il 24 aprile a $5^h 32^m 37^s,29$ di tempo medio, troveremo l'equivalente tempo siderale cosl. Fra il mezzodì medio e l'istante considerato sono trascorse $5^h 32^m 37^s,29$: quest'intervallo di tempo medio trovo (con l'aiuto della tabella di conversione) equivalere ad ore siderali $5^h 33^m 31^s,93$. Ma a mezzodì l'orologio siderale indicava in quel giorno $2^h 9^m 2^s,27$, come è dato dalle Effemeridi: dunque nell'istante considerato segnerà $5^h 33^m 31^s,93$ di più, ossia $7^h 42^m 34^s,20$.

XXVII. *Precessione degli equinozii.* — Determinando ad epoche distanti fra di loro uno o parecchi anni, l'ascensione retta o la declinazione di una medesima stella, si riconosce che queste coordinate non sono costanti, ma soggette a variazioni progressive molto sensibili, che però nell'ascensione retta generalmente non superano 1 minuto d'arco ogni anno. Esaminando la legge di queste variazioni, si trova che esse sono quasi identiche per stelle fra loro molto vicine, ma cambiano norma in diverse regioni della sfera stellata, secondo regole che a prima giunta non sembrano facili ad esprimere con semplice enunciato. Se però si traducono le coordinate equatoriali di ascensione retta e declinazione in coordinate eclittiche di longitudine e latitudine, il sistema delle variazioni anzidette mostra la più grande semplicità, e le loro regole si riducono a questo: che mentre le latitudini di tutte le stelle rimangono invariate (salvo piccolissime differenze, di cui diremo più sotto al § XXVIII), le loro longitudini crescono uniformemente col tempo in ragione di $50'',34$ ogni anno, il progresso di tutte le stelle in longitudine compendosi con uguale velocità (1).

Il fenomeno succede adunque, come se tutta la sfera stellata compiesse con moto uniforme una lenta rotazione intorno ai poli dell'eclittica, girando nel senso diretto (cioè da occidente in oriente) con la velocità angolare di $50''34$ all'anno, in guisa da compiere una rivolu-

(1) Nel trattare della precessione conserviamo (arrotondati per semplicità) i valori dati da Bessel nell'*Introduzione alle Tabulae Regiomontanae* (Königsberg, 1830). Siccome però le costanti numeriche sono soggette, con l'andar dei tempi, a lentissime variazioni, così abbiamo preso come rappresentante dell'epoca presente l'anno 1900, e questa è l'epoca per la quale propriamente valgono i numeri dati qui sopra nel testo.

zione intiera in 25700 anni. Questa è infatti la spiegazione che davano gli antichi astronomi di tale movimento, cui essi attribuivano il nome di *moto dell'ottava sfera*.

Siccome però noi sappiamo che la cosiddetta sfera celeste è un concetto geometrico ideato per facilitare le osservazioni ed i ragionamenti, ma non una realtà fisica, non potremo ammettere quest'ipotesi. Riflettiamo invece che le longitudini sono coordinate riferite al punto equinoziale di primavera; e che il punto equinoziale dipende dalla posizione reciproca del piano dell'eclittica (cioè dell'orbita solare apparente) e del piano dell'equatore (cioè del piano perpendicolare all'asse di rotazione del globo terrestre). Potremo dunque anche spiegare l'accrescimento progressivo delle longitudini, ammettendo un movimento retrogrado di $50''34$ ogni anno nel punto equinoziale di primavera lungo l'eclittica. Un tale movimento retrogrado può dipendere da uno spostamento dell'eclittica, o da uno spostamento dell'equatore, o da uno spostamento di ambedue questi circoli. Ma come le latitudini delle stelle rimangono sensibilmente costanti, dobbiamo concludere che l'eclittica è fissa (o quasi) nel cielo non rimane allora altra causa possibile, che un movimento del piano dell'equatore, o ciò che è lo stesso, un movimento dell'asse terrestre di rotazione. È quanto lo studio della meccanica celeste ampiamente dimostra.

Sia $BRDA$ l'eclittica, P il suo polo: RCA la metà boreale dell'equatore, P' il polo dell'equatore, A l'equinozio di primavera, B il solstizio d'estate.

La distanza PP' dei due poli sarà uguale all'obliquità dell'eclittica, cioè a $23^\circ 1/2$. Se noi ammettiamo che il polo P' dell'equatore descriva intorno a P un circolo minore PT , i cui punti distino da P di $23^\circ 1/2$, con velocità tale da fare un giro intero in 25.700 anni, è manifesto che il solstizio estivo B compierà in pari tempo lo stesso giro, e così pure l'equinozio di primavera A .

E il movimento sarà retrogrado, quando il giro del polo P' si faccia nel senso $P'F$ contrario a quello delle longitudini, le quali crescono da A verso B , R , D .

Avremo dunque una retrogradazione progressiva dei punti equinoziali, accompagnata da un moto conico dell'asse dell'equatore intorno all'asse dell'eclittica, l'obliquità di questo circolo rispetto all'equatore rimanendo costante.



Una prima conseguenza di questo fenomeno sarà un moto progressivo del polo celeste di rotazione diurna, il quale nel descrivere il circolo minore $P'F$ andrà cambiando di posizione fra le stelle. Questo fatto è verificato dall'osservazione. La stella polare che è ora distante meno di $1^{\circ} 1/2$ dal polo celeste boreale, ai tempi di Ipparco e di Tolomeo (cioè quasi 2000 anni fa) era molto lontana dal polo, e sarà di nuovo molto lontana nei tempi avvenire. In capo a 13.000 anni sarà distante dal polo celeste di tutto l'intervallo $P'Q$ cioè di circa 47 gradi.

Una seconda conseguenza del moto retrogrado dei punti equinoziali sta in questo: che l'anno tropico, cioè il ritorno del Sole all'equinozio di primavera si compie prima che il Sole abbia descritto una intera circonferenza sull'eclittica. Infatti se al principio dell'anno il Sole è partito dall'equinozio di primavera collocato in un certo punto dell'eclittica A , esso incontrerà, dopo trascorso l'intero giro, il nuovo equinozio non nell'antica posizione, ma $50'',34$ più indietro, per esempio, in A' . Nell'anno tropico adunque il Sole non percorre un'intera circonferenza, ma l'equinozio che dovrebbe succedere in A , *precede* sull'intera rivoluzione di tanto tempo, quanto il Sole ne impiega a percorrere il tratto AA' . Quindi il nome di *precessione degli equinozii* che si suol dare al fenomeno ora descritto. Il tempo compreso fra due ritorni consecutivi del Sole all'equinozio, cioè l'anno tropico, è solamente di giorni medii 365.24222: quello che il Sole impiega a descrivere una circonferenza intera, è di giorni 365.25638 e dicesi *anno siderale*. È la durata della rivoluzione della Terra intorno al Sole.

La longitudine degli astri essendo sempre contata dall'equinozio mobile, il Sole descrive 360° di longitudine in un anno tropico, cioè esso compie in questo tempo una rivoluzione per rapporto agli equinozii.

XXVIII. *Variazioni dell'obliquità dell'eclittica, e loro effetto nel fenomeno della precessione.* — Il movimento del piano dell'equatore, prodotto dalla precessione, produce un cambiamento nelle coordinate degli astri: ma questo effetto è complicato con un altro simile, dipendente da un lentissimo movimento del piano dell'eclittica. Noi finora abbiamo parlato di questo piano come di un piano assolutamente fisso, e abbiamo supposto che il circolo dell'eclittica conservi assolutamente una posizione costante fra le stelle. La somma precisione a cui furono portate le osservazioni astronomiche negli ultimi due secoli ha permesso di riconoscere che il piano dell'eclittica (identico al piano dell'orbita, che la Terra descrive annualmente intorno al Sole) si va spostando conti-

nuamente nello spazio: ciò che si rende manifesto specialmente da una progressiva diminuzione dell'obliquità. L'obliquità dell'eclittica misurata a lunghi intervalli, mostra valori diversi e decrescenti progressivamente in ragione di $0'',4845$ ogni anno, o di circa $48''$ ogni secolo.

Affinchè si comprenda bene la relazione che esiste fra i movimenti dell'equatore e dell'eclittica, e la variazione che nelle coordinate degli astri deriva dal loro effetto combinato, sia QR la posizione dell'equatore al principio di un anno, LE la corrispondente posizione dell'eclittica, A l'equinozio di primavera, LAR l'obliquità, e indichino le sagette della figura l'ordine diretto delle longitudini e delle ascensioni rette. Alla fine di quell'anno il movimento di precessione avrà fatto retrogradare A in S per lo spazio $AS = 50'',34$: l'angolo del nuovo equatore $Q'R'$ con l'eclittica primitiva LE sarà ancora rimasto il medesimo, cioè sarà $LSR' = LAR$. Ma nel decorso dell'anno l'eclittica si è spostata pur essa: e lo spostamento si è fatto in modo che la nuova eclittica ha preso la posizione $E'L'$: onde il nuovo equinozio sarà sul punto A' . La nuova obliquità $L'A'R$ sarà minore di $0'',48$ dell'obliquità precedente LAR . L'arco SA' che misura lo spostamento del punto equinoziale dovuto al movimento dell'eclittica è attualmente di $0'',13$. Inoltre si trova che il punto E , intorno a cui l'eclittica si gira presentemente, dista dall'equinozio A di quasi 7 gradi, ed è collocato rispetto al medesimo equinozio nel modo che la figura fa intendere. Il punto E retrograda sull'eclittica per conto proprio, di $10'',4$ ogni anno. L'effetto complessivo di questi movimenti, quale risulta dalle osservazioni è il seguente:



Al principio dell'anno la longitudine del punto A' era

$$\begin{aligned} -AU &= -AS + SU = -50'',34 + 0'',10 \cos USA' = \\ &= -50'',34 + 0'',09 = -50'',25 \end{aligned}$$

dove $USA' = 23^\circ 27' =$ obliquità dell'eclittica. Alla fine dell'anno la longitudine dello stesso punto A' è nulla, poichè A' coincide coll'equinozio. Si vede dunque che il punto equinoziale si è trasportato sull'eclittica durante l'anno non già di $50'',34$, ma solo di $50'',25$: e questa è la precessione quale risulta veramente dalle osservazioni, le quali

danno l'accrescimento delle longitudini delle stelle e il movimento effettivo del punto equinoziale sull'eclittica mobile (1).

La precessione osservata $50'',25$ è dunque veramente la somma di due effetti distinti, operanti in senso contrario: cioè della precessione propriamente detta dovuta al movimento conico dell'asse terrestre, della quale il valore annuale è $50'',34$, e della precessione dovuta allo spostamento dell'eclittica, che importa annualmente — $0'',09$.

La precessione osservata $50'',25$ dicesi per questo precessione *totale*. Quella che dipende dal moto conico dell'asse terrestre chiamasi precessione *lunisolare*, perchè il moto conico suddetto è prodotto dalle attrazioni del Sole e della Luna sullo sferoide terrestre. La parte sottrattiva $0'',09$ dicesi precessione *planetaria*, perchè il movimento del piano dell'orbita terrestre, che ne è la causa, è dovuto alle perturbazioni dei pianeti sul movimento della Terra intorno al Sole.

(Continua).

NOTIZIARIO

Astronomia.

La " *Nova Geminorum* ", del 1912 e la " *Nova Persel* ", del 1901. — Ho voluto osservare la *Nova* dei Gemelli con un binocolo, paragonandola alla stella vicina: BD. + 32°, 1433, quando entrambe erano quasi al limite di visibilità.

Si sa che in tale condizione è difficile ed incerto l'apprezzamento della differenza di grandezza stellare, la quale dipende dal rapporto, non già dalla differenza degli splendori. E però nelle stime seguenti un errore di $0,2$ o $0,3$ non dovrebbe punto sorprendere.

La stella di paragone è supposta di grandezza 7.00.

Aprile 23	21 ^b .5 (C):	<i>Nova</i> = 6. ^m 80	Maggio 6	21 ^b .3:	<i>Nova</i> = 7. ^m 27
" 26	22. 3 (C)	" 7. 25	" 8	22. 2	" 7. 08
Maggio 2	21. 6	" 6. 82	" 9	21. 5	" 7. 26
" 3	21. 6	" 6. 92	" 18	21. 9 (nubi)	" 7. 45 ±

Non occorre dire che da queste cifre a semplice titolo di curiosità, le osservazioni grossolane di stelle nuove non essendo utili oggi che quando mancasero le precise.

In questo proposito, mi permetto di citare un'osservazione non solo oltremodo grossolana, ma.... indiretta della *Nova* di Perseo.

(1) Si è detto sopra che il punto E ha una retrogradazione annua di $10'',4$; questo s'intende rispetto a un punto fisso sull'eclittica. Ma rispetto all'equinozio mobile, il quale alla sua volta retrograda annualmente di $50'',2$, è manifesto che il punto E avanzerà di $50'',2 - 10'',4 = 39'',8$ ogni anno.

La sera del 21 febbraio 1901 il cielo qui era sereno. Dopo le 7^h, del t. astr. dell'Europa Centrale, confrontai ripetutamente Algol (il cui minimo deve essersi prodotto a 6^h 3/4) con β Trianguli; da 8^h 1/4 a 9^h con α Persei. Lo splendore apparente della variabile eguagliò quello della prima stella a 7^h 32^m circa, quello della seconda a 8^h 43^m.5.

Ma, sin dal principio delle osservazioni, la mia attenzione fu distratta da un fatto singolare: mi pareva che il gruppo delle stelle di Perseo *non presentasse il solito aspetto*; impressione questa che non ebbi mai, nè per l'addietro, nè poi.

Per disgrazia, occupato ad osservare Algol, non pensai a rendermi ragione del fatto, che solo dopo quattro giorni attribuii alla presenza della *Nova*. Tuttavia mi sembra che questa, verso le 7^h del t. astr. di Greenwich, abbia dovuto esser stata inferiore a δ Persei, superiore o almeno pari a ν , probabilmente di grandezza 3.7, per produrre l'accennato effetto sui miei occhi.

È noto che Th. D. Anderson scopri la nuova stella ad Edimburgo, alcune ore più tardi, e la stimò di grandezza 2.7.

Sequals (Udine), 25 maggio 1912.

E. MORA.

La variabile Algol. — Raccolgo qui i risultati delle osservazioni di Algol (scarse e manchevoli, principalmente per le avverse condizioni atmosferiche) che mi fu possibile di fare dallo scorcio del 1910 in poi.

Ho cercato di determinare gli istanti (α), ed (α) in cui lo splendore della variabile — prima e dopo il minimo — pareggia quello di α Persei (1).

Fasc. osservata	Epoca (t. m. civ. E. C.) e suo errore probabile apparente	Intervallo dal min. calcol.	Peso adottato	Stato del cielo annotazioni
(α) ₁	1910, Ottobre 10, 21 11.8 $\pm$ 1.3	$i - \Delta = 101.3$	12	sereno
(α) ₂	" 11, 0 31.7 $\pm$ 1.3	$i + \Delta = 98.7$	13	
(α) ₁	1911, Febbr. 16, 22 1.5 $\pm$ 2?	$i - \Delta = 98.8$	3	c. offuscato da cirri; ☾ deb.
(α) ₂	" Agosto 8, 2 6.8 $\pm$ 1.5	$i + \Delta = 90.8$	8	☾ prossima al train.
(α) ₁	" 28, 0 26.0 $\pm$ 3?	$i - \Delta = 100.7$	2	ser.; occhi poco sensib.
(α) ₂	" 28, 3 45.1 $\pm$ 1.4	$i + \Delta = 89.4$	11	sereno.
(α) ₁	" Settem. 19, 22 52.0 $\pm$ 4?	$i - \Delta = 112.2$	1 1/2	sereno; vista mal disposta
(α) ₁	" Ottobre 12, 21 32.4 $\pm$ 1.2	$i - \Delta = 100.9$	8	☾ disturba le osservazioni
(α) ₂	" 15, 21 32.7 $\pm$ 1.5	$i + \Delta = 90.7$	10	cirri leggeri?
(α) ₁	" 30, 2 13.3 $\pm$ 1.3	$i - \Delta = 112.4$	15	sereno
(α) ₂	" 30, 5 32.5 $\pm$ 1.0	$i + \Delta = 86.8$	13	il crepusc. interrompe le oss.
(α) ₁	" Dicem. 17, 20 3.9 $\pm$ 1.8	$i - \Delta = 114.0$	5	cielo un po' velato

Il 28 agosto 1911 la luce della variabile mi parve diminuire più lentamente del solito; ne accagionai la minor sensibilità de' miei occhi e perciò aumentai nello stesso rapporto tutte le differenze di grandezza stimate. Per converso, il

(1) Veggansi altri schiarimenti nel fascicolo di novembre 1911 di questa Rivista, a pag. 508-9.

matino del 30 ottobre l'aereseimento della luce mi risultò maggiore del normale, il che si spiega col manifestarsi del crepuscolo, durante il quale, per me, sempre vieppiù risaltano le differenze degli splendori stellari.

Il valore di $i - \Delta$ relativo al 12 ottobre diseorda notabilmente dagli altri vicini. Quella sera la Luna si trovava presso β Tauri e deve aver indebolito più « l'ersei che Algol; basterebbe supporre una differenza nell'effetto di $0^m.05$ soltanto, per togliere la discordanza. Tale considerazione m'indusse a ridurre della metà il peso delle osservazioni del 12 ottobre.

Le osservazioni che si possono combinare danno per

1910, ottobre 10-11:	$\Delta = -1^m.3$,	$i = 100^m.0$,	err. pr. app. $= \pm 0^m.9$
1911, agosto 28:	-10.1 ,	99. 5,	$\pm 1.7?$
ottobre 12 e 15 (1):	-5.1 ,	95. 8,	± 1.1
30:	-12.8 ,	99. 6,	± 0.9

Prendendo tutte le fasi osservate, coi pesi ammessi, si ottengono i valori medi seguenti, valevoli per 1911.5:

$$i - \Delta = 106^m.8, \quad i + \Delta = 91^m.4, \quad \text{dove } i = 99^m.1, \quad \Delta = -7^m.7.$$

È certo che, dal 1900, la correzione Δ dei minimi calcolati va diminuendo e dai dati precedenti appare che la sua diminuzione fu di forse 10^m durante l'ultimo anno. Il valore trovato, $\Delta = -7^m.7$, non sarebbe abbastanza preciso per servire allo studio delle ineguaglianze secolari dei minimi, dovendo le osservazioni essere assai più numerose ed estese ad un intervallo di almeno 4 o 5 anni per eliminare nel loro medio gran parte delle oscillazioni rapide che si osservano nei tempi dei minimi (2). Tuttavia esso non ha nulla di anormale, poichè è in buon accordo con una formola di cui dirò brevemente.

Da lungo tempo si era tentato di rappresentare in modo empirico le anomalie della variabilità di Algol e sono specialmente note due formole di S. C. Chandler (3) che servirono successivamente per molti anni al calcolo delle efemeridi. La prima formola si adatta abbastanza bene alle osservazioni fatte dal 1784 al 1890, ma non oltre; con l'altra il Chandler s'era sforzato di rappresentare le osservazioni di tutta la seconda metà del secolo scorso, lasciando sussistere per i tempi anteriori rilevanti discordanze (persino di 22^m , nel 1820) con la sua prima formola.

(1) Trascurato l'effetto lunare sulle stime del 12 ottobre.

(2) Quantunque piccole, in generale, queste oscillazioni irregolari rendono alquanto incerta la determinazione del periodo della variabile ad un'epoca determinata, e non è escluso che per esse il periodo subisca variazioni considerevoli che passano inavvertite se al compiono in un tempo troppo breve. Le determinazioni che si possono fare sono sempre di valori medi, talora differenti di alcuni secondi, anche se relative a pochi anni d'intervallo. Così dalle mie osservazioni deduco che la durata media del periodo di Algol, fra 1901.0 e 1908.8, fu di $2^d 20^h 48^m 55^s.37$, mentre fra 1908.8 e 1911.8 la durata stessa fu di circa $3^d 1/4$ minore.

(3) Pubblicate l'una nel n° 166, l'altra nel n° 509 dell'*Astronomical Journal* di Boston. La seconda formola usasi ancora, sebbene dal 1900 dia le ore dei minimi con un ritardo progressivo che al presente dev'essere di circa $1^h 30^m$. Essa è data, con la efemeride di Algol, in seguito all'interessante articolo sull'osservazione delle variabili che il dott. V. Fontana pubblicò nel penultimo fascicolo della *Rivista di Astronomia*.

Io cercai se un'unica espressione contenente due, o al più tre termini periodici, potesse convenire alle antiche ed alle recenti osservazioni di Algol e pervenni alla seguente che rappresenta bene l'insieme delle osservazioni fino al 1911, con discrepanze piccole, di solito inferiori a $\pm 5^m$.

Indicando con t il tempo, in anni tropici, trascorso dal 1900.0, si ha:

$$\text{Min. elioc.} = 1900, \text{ genn. } 1, 13^h 37^m (\text{T. M. Grw}) + 2^d 20^h 48^m.9245 \text{ E} \\ + 15^m \text{ sen } [2^{\circ}.7 t + 241^{\circ}] + 15^m \text{ sen } [10^{\circ}.5 t + 25^{\circ}] + 4^m \text{ sen } [6^{\circ}. t + 120^{\circ}].$$

L'ultimo termine è il più incerto e si potrebbe sopprimere.

L'espressione del periodo risulta:

$$P = 2^d 20^h 48^m 55^s.47 + 3^s.51 \text{ sen } [2^{\circ}.7 t + 331^{\circ}] \\ + 1^m.30 \text{ sen } [10^{\circ}.5 t + 115^{\circ}] + 0^s.20 \text{ sen } [6^{\circ}. t + 210^{\circ}].$$

Quale sia la fiducia che possano meritare le efemeridi delle variabili calcolate con formule empiriche a termini periodici, si consentirà facilmente che, per riferire le osservazioni e per le indagini teoriche successive, è preferibile attenersi ad una formola lineare, con periodo uniforme.

E. MORÀ.

Geodinamica.

Il terremoto delle Isole Jonie del 24 gennaio 1912 e la velocità delle onde sismiche — Questo notevole terremoto a cui si accennò brevemente nel fascicolo del marzo 1912, ebbe il suo epicentro tra le isole di Zante e Cefalonia, e forse più vicino a quest'ultima, a giudicare dal fatto che più gravi vi furono i danni e 9 persone vi perdettero la vita, mentre non s'ebbe alcuna vittima nell'isola di Zante. Lo scuotimento si rese sensibile verso ENE fino a Patrasso, e verso NNW fino a Corfù ed alla costa prospiciente dell'Albania, a quasi 200 km. dall'epicentro. Per quanto questa commozione sismica sia stata ragguardevolissima, pure la sua violenza è rimasta senza dubbio al di sotto di quelle memorande del 1893, alcune delle quali arrivarono a farsi sentire ai sensi dell'uomo, sebbene lievemente, fino alla costa orientale della Sicilia.

Però, il focolare sismico che agì allora si dovette trovare alquanto a sud dell'isola di Zante, ed i fenomeni cui diede luogo furono così impressionanti che il Governo italiano credè opportuno, nell'interess della scienza in generale, e in particolare per una possibile correlazione con i terremoti del Regno, d'inviare colà a studiarli il prof. A. Issel dell'Università di Genova insieme allo scrivente. Il risultato delle investigazioni fu pubblicato nel 1894 negli *Annali dell'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica*.

Un capitolo intero fu consacrato alla velocità di propagazione delle onde sismiche in base alle ore in cui furono perturbati numerosi sismoscopi e sismografi sparsi allora in Italia ed alcuni altri pochi nel resto d'Europa. Risultò, in media, una velocità superficiale (e supposta costante) di circa km. 3 1/3 al secondo per le onde sismiche che riuscirono per le prime a perturbare visibilmente gli strumenti sismici. E sebbene lo scrivente già fin d'allora facesse osservare che con apparati ben più delicati si sarebbe ottenuta una velocità anche maggiore, pure la cifra sopra riportata fu da molti ritenuta eccessiva, abituati a valori più modesti ottenuti in quasi tutti i precedenti terremoti.

Nè mancarono critiche d'altra specie. Così, un valente scienziato tedesco, rifacendo a modo suo il calcolo, e forse suggestionato dalla teoria apparsa in quel tempo sulla propagazione curvilinea dei raggi sismici nell'interno del globo, trovò una velocità notevolmente crescente con la distanza e inoltre sentenziò che le ore ottenute a Strasburgo, per mezzo d'un suo *pendolo orizzontale* a registrazione fotografica, si riferivano al passaggio proprio delle primissime onde sismiche suscitate dalle violenti scosse di Zante del 1893, e che anche con istrumenti dotati d'una sensibilità ben più ragguardevole, non si sarebbero potute ottenere velocità maggiori.

Non mancò neppure una piccola polemica a proposito dei dati orari anomali di Catania, in base ai quali veniva fuori una velocità di neppure 1 1/2 km. al secondo; e questo valore così tenue si voleva spiegarlo con l'ipotesi che le scosse di Zante si fossero propagate a Catania per mezzo delle acque dell'Jonio e che le vibrazioni attraverso la parte solida della crosta terrestre fossero state impedita da qualche frattura sulla costa orientale della Sicilia. Lo scrivente non mancò fin d'allora di esporre varie ragioni che militavano contro tali ipotesi e di spiegare, invece, l'anomalia delle ore di Catania con la poca sensibilità e con qualche difetto del sismografo colà in azione.

Ma il tempo è galantuomo, e il terremoto attuale è venuto a provare la giustezza delle idee che lo scrivente, fin da quasi un ventennio indietro, s'era formate sulla propagazione delle onde sismiche. Infatti, grazie ai numerosi osservatori sparsi oggi non solo in Italia ma anche in molti altri Stati europei, è stato possibile di dimostrare quanto segue, utilizzando una trentina di dati orari, i soli di cui finora si è potuto avere conoscenza:

1° Grazie appunto ai perfezionamenti ed alla maggiore potenza dei moderni sismografi, scbbene quasi tutti a registrazione meccanica, si sono avuti coll'attuale terremoto sismogrammi assai più vistosi in confronto di quelli prodotti dalle scosse più violente del 1893.

2° La propagazione superficiale delle onde sismiche più veloci s'è effettuata in ragione di quasi 8 km. al secondo e perciò in una misura quasi tripla di quella massima ritenuta dallo scienziato tedesco e da altri;

3° La velocità s'è mantenuta verosimilmente costante fino alla più lontana località (Amburgo a 1920 km.), a meno d'insignificanti differenze che si potrebbero anche attribuire a piccole incertezze degli stessi dati orari; e tutto ciò in evidente contraddizione colla presunta legge del notevole accrescimento della velocità con la distanza;

4° Le onde sismiche si sono propagate fino alla costa siciliana effettivamente al di sotto del Mar Jonio attraverso la parte solida del globo, e con la stessa velocità ottenuta per altri Osservatori, posti perfino al nord delle isole Jonie;

5° Tranne tre soli dati orari, evidentemente falsati da qualche equivoco e perciò posti in disparte nel calcolo, tutti gli altri sono risultati abbastanza soddisfacenti e dimostrano un gran progresso nelle osservazioni sismiche;

6° È assai probabile che alcune più o meno tenui discrepanze, ancora esistenti tra le ore utilizzate, possano dipendere da piccole e diverse cause di errore piuttosto che da vere e sensibili irregolarità nella propagazione delle onde.

Tutto ciò è il riassunto di due Note dello scrivente presentate alla R. Accademia dei Lincei nelle sedute del 18 febbraio e 19 maggio 1912.

G. AOAMENNONE.

Aerologia.

L'aviazione progredisce a passi di gigante. — Nel N. 2 (31 marzo 1912) dell'anno II dei *Rendiconti delle esperienze e degli studi eseguiti nel laboratorio di costruzioni aeronautiche del Battaglione Specialisti*, si trova dapprima una estesa ed importantissima memoria del capitano Giulio Costanzi, nella quale vengono sperimentalmente esaminati i vari tipi di eliche, poi una breve Nota del dott. L. Orlando sulla quadratura dei diagrammi, ed infine una numerosa raccolta di utilissime notizie sull'aeronautica.

Credo di far cosa gradita ai lettori di questa "Rivista", di riportare il seguente specchietto, i cui dati indicano la strada rapidamente percorsa negli ultimi quattro anni nell'uso degli aeroplani:

Anno	Altezza	Velocità oraria	Distanza percorsa senza scalo	Durata d'un volo senza scalo
1908	100 metri	65 km.	124 km.	2 ^h 20 ^m
1909	475 "	77 "	232 "	4 13
1910	3100 "	109 "	584 "	8 12
1911	3900 "	133 "	720 "	11 15

Come si vede, il 1911 ha segnato un enorme progresso nell'evoluzione della aviazione e costituisce l'inizio definitivo dell'aviazione militare.

In quanto al 1912, è da sapersi che nel febbraio passato Vedrines, su un apparecchio "Deperdussin", della forza di 140 cavalli, ha raggiunto la velocità di ben 169 km. all'ora, mentre Tabuteau su un "Morane", di 50 cavalli ha potuto coprire in 5 ore e minuti i 720 km. che separano Pau da Parigi.

Accanto a questi risultati, il numero delle vittime della nuova conquista non è così grande se lo si paragoni, per esempio, con quelle delle Alpi; vittime che nel 1911 ammontarono a ben 115!

G. A.

Conferenza.

Conferenze del prof. Porro. — Tra il 18 gennaio e il 27 aprile di quest'anno il prof. Francesco Porro ha tenuto una decina di conferenze su tema astronomico nella sede centrale dell'Università Popolare Genovese, e nelle fiorenti sezioni che le sono cresciute intorno, a San Fruttuoso, a Sampierdarena, a Quarto dei Mille, a Rivarolo ed a Bolzaneto.

Il prof. Porro, che fu primo in Italia, dopo il suo viaggio al Capo Nord per l'eclisse del 1896, a proporre l'istituzione di Università Popolari, non poté esimersi dal riconoscere il grande sviluppo preso da quella di Genova, e si compiacque di vedere in essa adottati due canoni fondamentali delle migliori forme straniere di estensione universitaria, e cioè:

1° L'assoluta esclusione di ogni preconcepito politico, ispirata ad un criterio obbiettivo tanto più meritevole d'encomio, in quanto l'iniziativa, dovuta ad uomini di particolari tendenze politiche e sociali, non è stata che assai debolmente secondata, e in alcuni centri anzi osteggiata da coloro che professano altre idee;

2° La distribuzione delle conferenze in varie località, in modo da portare la divulgazione della scienza in contatto sempre più intimo e più efficace con l'anima popolare.

**

Nelle dieci conferenze si è cercato di svolgere tre temi principali:

1° L'influenza degli Italiani sul progresso dell'Astronomia nelle epoche più caratteristiche dell'evoluzione di questa scienza;

2° Le più recenti conquiste dell'Astronomia siderale;

3° Le dottrine più accreditate intorno all'origine e alla fine del mondo.

Sul primo argomento si è fatto notare che in ogni momento di trasformazione della scienza, il genio italiano ha preparato la via: segnatamente, nell'Astronomia, con Galileo Galilei, con Giuseppe Piazzi, con Angelo Secchi, con Giovanni Schiaparelli. A questi quattro grandi astronomi italiani, altri sarebbe forse voluto aggiungere Gian Domenico Cassini, che fu ligure di nascita, e professò a Bologna, prima di essere chiamato a fondare l'Osservatorio di Parigi. Ma il Porro, pur riconoscendo i meriti insigni del Cassini, osserva che questi può essere classificato con il Montanari, con il Maraldi, con lo Zanotti, con il Manfredi, con il Bianchini, con l'Oriani, con il Brioschi, con il Respighi, con il Santini, con il De Gasparis, uomini tutti che in varia misura e con contributi di assai diversa importanza arricchirono la scienza, ma non le impressero un nuovo originale indirizzo.

Dei quattro maggiori astronomi, dianzi accennati, è tanto più opportuno rievocare l'opera fondamentale per i diversi rami della scienza da loro professata, mentre l'Italia sta attingendo dai ricordi delle glorie passate l'incitamento a rinnovare le prove della inesausta virtù dei suoi figli.

**

La vita e l'attività scientifica di Galileo Galilei avrebbero offerto un campo troppo vasto ed arduo ad esplorarsi efficacemente; e però il conferenziere ha preferito limitare la sua esposizione ad alcuni punti, che più specialmente si riferiscono alle indagini critiche determinate dalla recente pubblicazione delle opere complete di Lui in edizione nazionale. Fece notare come ciò abbia offerto occasione ad un risorgere degli studi intorno al processo di Galileo, e più generalmente intorno alla opposizione mossa dalla Chiesa Cattolica alle sue dottrine. Mostrò come le discussioni su questo scabroso argomento abbiano perduto l'acrimonia di quelle avvenute nei tempi anteriori: e si trattenne a parlare con ampiezza di particolari sul liberale concorso prestato agli studi galileiani dagli archivi del Vaticano, sulle conferenze del Padre Barnabita Giovanni Semeria, e sui recenti scritti nei quali alcuni dotti Padri appartenenti alla Compagnia di Gesù, come il Bricarelli, il Carrara, il Müller, analizzano la questione e portano nuovi elementi di giudizio. Astenendosi rigorosamente dall'entrare nel lato religioso della materia, in omaggio al principio informatore dell'Università popolare, e per sincera convinzione di non possedere la necessaria autorità e competenza, si compiacque mettere in luce il mutato e generalmente equanime atteggiamento della Chiesa Cattolica di fronte all'uomo che per tre secoli ha rappresentato tradizionalmente la più energica opposizione alla sua disciplina ed a talune dottrine sue.

Confutò l'opinione di taluni scrittori che Galileo sia stato grande come fisico e come matematico, ma non come astronomo; trovando che tale giudizio critico è in contraddizione con l'altro, che nega a Lui ogni merito nella scoperta del cannocchiale astronomico. In realtà, il merito di Galileo rispetto al telescopio non è tanto nell'originalità dell'idea di combinare lenti in un sistema diottrico per avvicinare e ingrandire le immagini di oggetti lontani (idea nella quale egli innegabilmente ha avuto precursori), quanto nel pensiero, tutto suo, di dirigere un sistema così costruito verso il cielo, e nella tenacia, tutta sua, con la quale perseverò nelle indagini, dopo le prime scoperte, ampliandole, confermandole, mostrandone cogli esempi e coi calcoli la somma importanza per la scienza.

È da lui che derivano esclusivamente i tre più efficaci sussidi dei quali l'Astronomia si è giovata sino agli ultimi tempi. Il telescopio, mediante il quale l'occhio umano penetra con meraviglioso aumento delle sue facoltà naturali nelle profondità dianzi inaccessibili dello spazio; il micrometro, che si vale della potenza amplificatrice del telescopio per misurare angoli piccolissimi nel cielo, accrescendo quindi in corrispondenza alla maggiore penetrazione la precisione dei risultati numerici sulle posizioni e sulle distanze angolari degli astri, fondamento necessario di ogni ricerca sui loro movimenti, sulle dimensioni dei sistemi siderali e sulle azioni mutue che vi si esercitano; infine il pendolo, che con l'isocronismo delle sue oscillazioni fornisce un modo opportuno e quasi perfetto di suddividere il tempo in piccole unità, e quindi di misurare anche questo elemento, con esattezza non minore di quella raggiunta nelle misure dello spazio. Come nel piccolo cannocchiale di Galileo è la promessa dei grandi telescopi giganti di Lick e di Yerkes, così nelle sue prime misure telescopiche si ha l'idea rudimentale delle "reticole" di Geminiano Montanari, e dei vari micrometri di Auzout e di Picard, e nelle sue ricerche sull'isocronismo il germe dell'orologio oscillatorio di Huyghens, dal quale derivano i pendoli astronomici perfezionati di Lepaute, di Dent e di Riefler.

Riconosciuti così i meriti di Galileo come iniziatore dell'Astronomia pratica moderna, alla quale egli diede i tre strumenti fondamentali, conviene esaminare se sia fondata l'opinione che a Lui nega ogni merito nel campo della teoria. Or non è dubbio che l'opera sua rispetto alla dottrina eliocentrica fu essenzialmente polemica e di divulgazione; e che in essa non è tenuto conto delle leggi empiriche di Keplero, che formano per l'Astronomia un contributo più originale, se non più importante, della stessa dottrina copernicana. Ma è pur vero che alcune delle argomentazioni tratte dalle sue osservazioni telescopiche (come quella delle fasi di Venere) hanno un peso decisivo in favore del vero sistema: e se la genialissima idea galileiana delle parallassi annue relative è rimasta ancora per due secoli una semplice intuizione, ciò è dovuto all'insufficienza dei mezzi che erano applicabili allora, per misure delicatissime di angoli estremamente piccoli. Lungi adunque dall'accusare Galileo di non aver saputo riconoscere nelle parallassi stellari la vera prova diretta del movimento della terra, dobbiamo dire che egli ne intuì l'esistenza, indicò con mirabile chiarezza geometrica il modo di scoprirle, ed applicò per primo i tipi di strumenti che, perfezionati nei secoli successivi, hanno poi permesso ad Herschel, a Bessel, a Struve, di misurare le più cospicue.

Ed anche nel campo della Fisica e della Meccanica, quante non sono le scoperte galileiane che si rivelarono più tardi feconde di applicazioni per l'Astronomia? Basterà citare le ricerche fondamentali sull'accelerazione di gravità, le quali, confrontate con i risultati della Meccanica celeste intorno alla forza che trattiene la Luna nella sua orbita, hanno condotto il Newton a formulare la legge della gravitazione universale. Veramente qui, rispetto alla critica severa, si palesa sempre più esatto e felice il detto del poeta, per il quale Galileo

« all'Anglo che tant'ala vi stese

« Sgombrò primo le vie del firmamento..... »!

* *

Di Giuseppe Piazzi da Ponte in Valtellina, fondatore degli Osservatori astronomici di Palermo e di Napoli, parlò a lungo il Porro, come dell'unico astronomo italiano che abbia dedicato tutta la sua carriera scientifica al grande lavoro di compilazione di un catalogo fondamentale di stelle. Mostrò come il merito del Piazzi per siffatto lavoro lungo, pesante, ingrato, raccomandi la sua fama alla posterità più ancora che le sue grandi benemeritenze per altre notevoli contribuzioni, delle quali è universalmente nota la scoperta del pianeta Cerere, il primo della serie di piccoli pianeti che ormai si avvicina al migliaio.

Come questa scoperta fornì occasione al conferenziere di riassumere in un quadro sintetico i risultati utili e interessanti dello studio dei minori pianeti, discutendo la loro funzione nell'economia generale del sistema solare, così la compilazione del Catalogo Palermitano gli diede motivo di diffondersi ampiamente sopra i molteplici problemi che si connettono all'Astronomia siderale. Confutò energicamente l'assurda opinione di coloro che credono o lasciano credere che la misura esatta delle posizioni dei corpi celesti e la determinazione rigorosa delle costanti fondamentali costituiscano un lavoro arido, privo di genialità, la cui importanza sia ormai sorpassata, dopo il sorgere ed il fiorire della così detta Nuova Astronomia. Se lo spettroscopio, la fotometria e la fotografia tendono oggi alla risoluzione di problemi affascinanti, che gli astronomi non avrebbero mai osato proporsi avanti al 1800, non può negarsi che anche per i metodi più antichi dell'Astronomia classica non è venuta meno l'opportunità di continue applicazioni e l'occasione a continui perfezionamenti. E se il vegliare notte dopo notte, per anni ed anni, all'oculare di un tubo meridiano, osservando appulsi ai lili del reticolo, e leggendo circoli graduati, può sembrare opera materiale, donde esuli ogni luce di genialità, se le enormi masse di calcoli uniformi necessarie per dedurre dalle osservazioni le ascensioni rette e le declinazioni appaiono prive di interesse, e degne piuttosto di assimilarsi a lavori meccanici che ad esercizi di menti educate e colte, crede l'oratore che tali opinioni superficiali debbano venire abbandonate come frutto di considerazioni frivole e volgari. In realtà, i grandi lavori fondamentali dell'Astronomia, e segnatamente i cataloghi stellari, confermano la verità del detto di Newton, che « il genio è pazienza », dimostrano in colui che vi attende un insieme di attitudini e di qualità non meno ammirevoli ed utili dell'intuizione matematica o dell'estro poetico, e conducono a risultati altrettanto preziosi per la scienza, come le brillanti scoperte della moderna Fisica Celeste. Ciò è tanto vero, che non mancano esempi di cataloghi,

nei quali l'assenza delle qualità indicate ha condotto gli osservatori a risultati privi di ogni valore, non bastando l'accumulare osservazioni sopra osservazioni, e calcoli sopra calcoli, in maniera farraginosa, quando manchi la preparazione mentale alla critica dei metodi, all'uso razionale degli strumenti, alla eliminazione degli errori sistematici, al ridurre entro ristretti confini gli errori accidentali, alla scelta delle più opportune condizioni e combinazioni, alla discussione elaborata di tutto il materiale raccolto, in modo da ricavarne il massimo frutto, con i valori più attendibili delle incognite.

Queste riflessioni hanno condotto il Porro a spiegare in forma elementare al suo uditorio i procedimenti dei quali si vale la scienza moderna per dedurre da un vasto complesso di osservazioni meridiane i valori più probabili delle coordinate degli astri, tenendo conto delle variazioni dei piani fondamentali, e dei fenomeni fisici che modificano la propagazione della luce. Accennato alle magistrali discussioni delle osservazioni del Bradley a Greenwich, dovute al Bessel ed all'Auwers, riassunse la storia delle proposte di analoghi lavori intorno al Piazz, esponendo sommariamente lo stato di questo importante problema dopo le profonde e felicissime riflessioni dello Schiaparelli, alle quali egli deve se ha potuto intraprendere e portare a buon punto la preparazione di un nuovo Catalogo fondato esclusivamente sulle osservazioni di Palermo. Da tale lavoro, al quale egli attende alacramente, verrà dimostrata la grande e sino ad oggi non abbastanza riconosciuta importanza dell'opera del Piazz tra quelle degli iniziatori della moderna Astronomia fondamentale.

* *

Se il Piazz aveva richiesto una diffusa esposizione illustrativa, appunto per il carattere poco noto e non abbastanza apprezzato delle ricerche alle quali si dedicò di preferenza, meno necessario sembrò l'estendersi intorno al Secchi, i cui lavori toccano ad argomenti più generalmente conosciuti e di maggiore interesse per il grande pubblico. Fu messa in luce l'originalità de' suoi studi e dei metodi da lui intuiti od applicati nel campo dell'Astronomia fisica, mostrandosi come dello spettroscopio egli abbia, tra i primissimi, fatto un'applicazione fortunata e sagace ai problemi della Fisica solare e stellare, e come in Lui si trovi il germe dei concetti, largamente svolti nell'ultimo trentennio, sull'uso della fotografia e sullo spostamento delle linee nello spettro, applicato alla determinazione dei moti nella visuale.

Specialmente per i suoi studi sulla costituzione del Sole e sulla classificazione razionale delle stelle secondo il tipo spettrale (che corrisponde ad uno stadio ben determinato della loro evoluzione), Angelo Secchi va considerato come un grande precursore della moderna Astrolisica, alla quale aveva preparato la via un altro grande italiano, il fisico Macedonio Melloni.

* *

Ultimo in ordine di tempo, ma non inferiore ai due precedenti, e degno di essere paragonato a Galileo per l'altezza della mente sovrana e per la miracolosa potenza di investigare con i mezzi più semplici le questioni naturali più astruse e più attraenti, Giovanni Schiaparelli è stato studiato nel suo pensiero,

nelle sue opere, in tutta la sua vita austera di solitario probo e sapiente. Fu in tale rievocazione della nobile figura scomparsa un punto difficile da risolvere, il conciliare le ragioni fredde e serene della critica obiettiva con l'impulso del cuore, e con l'affollarsi dei ricordi personali, che tendono ad ingigantire la memoria del Maestro. Fortunatamente per l'oratore, più delle iperboli laudative parlano della grandezza dello Schiaparelli i fatti. L'enumerazione delle sue scoperte, la semplice e schietta esposizione delle dottrine da Lui elaborate o perfezionate, l'accento ai metodi elegantissimi da Lui applicati, la citazione di alcuni brani dei suoi scritti, mirabili tutti per chiarezza, per forma perspicua e nobile, per evidenza plastica e sincera di espressione, bastano a far comprendere ed apprezzare ai profani la parte preminente occupata dallo Schiaparelli nell'Astronomia dell'ultimo cinquantennio; e la conoscenza personale diretta, con l'entusiasmo che ne è legittima conseguenza, non serve ad altro che a luneggiare meglio taluni aspetti dell'Uomo, che per la natura de' suoi studi e per la ritrosia della sua indole sarebbero altrimenti rimasti nell'ombra.

Non è il caso di entrare qui nei particolari della produzione scientifica del Maestro, esaminati minutamente dal suo devoto e riconoscente discepolo. La sua scomparsa è troppo recente perchè possa essersi dimenticato ciò che di Lui scrissero in quella triste occasione molti astronomi: lo stesso professore Porro dedicò a Lui una commemorazione nel Circolo Italiano di Buenos Aires, per invito della Sezione della Società Geografica Italiana. Nelle conferenze genovesi, fu specialmente esaminata l'opera dello Schiaparelli in relazione alle comete, alle stelle cadenti ed al pianeta Marte, facendosi notare come per mirabile continuità di pensiero egli sia andato negli ultimi tempi lucidamente e genialmente connettendo le nuovissime scoperte del Kapteyn intorno alle correnti stellari con le dottrine da Lui svolte nella sua giovinezza sulla origine cosmica degli seiani meteorici e sulla loro connessione con le comete.

In un recente libro sulle *Ipotesi cosmogoniche* il grande matematico francese Enrico Poincaré si è espresso, rispetto a queste ardite, ma serie e fondate congetture del nostro insigne astronomo, con una crudezza di linguaggio *tranchant*, che si direbbe di famiglia quando si tratta di cose italiane. Il prof. Porro, pur professando la più alta stima e il massimo rispetto per il Poincaré come cultore della Meccanica, della Geometria e dell'Analisi, ha lamentato che egli abbia pronunciato un giudizio tassativo, per il quale gli mancava la preparazione speciale. Nel grosso volume dell'accademico francese, il nome dello Schiaparelli non è citato che una volta, nel cenno affrettato e superficiale ora detto; e in generale non si tien conto (come del resto quasi in ogni scritto pubblicato da suoi connazionali) del contributo portato alla nostra scienza nei tempi presenti da quel popolo che insegnò con Cassini l'Astronomia e con Lagrange la Matematica alla Francia.

Ben altro — e il prof. Porro fu lieto di segnalarlo a' suoi uditori — era stato il contegno di Camillo Flammarion rispetto alla scoperta del nesso tra le comete e le stelle cadenti, che il Leverrier aveva tentato usurpare. Le memorie autobiografiche del fecondo e popolare scrittore di cose astronomiche, testè pubblicate in occasione del suo giubileo scientifico, confermano i particolari già narrati verbalmente dallo Schiaparelli al Porro sulla esplicita rivendicazione de' suoi diritti, per la quale egli rimase finchè visse affettuosamente grato al Flammarion.

Ma, per ritornare al punto che il Poincaré ha creduto risolvere senza discussione, con il peso della sua autorità, non sarà inutile ricordare che le ricerche accurate dello Strömgren portano una prova di grande peso a favore della tesi dello Schiaparelli, che cioè le comete costituiscono, insieme con i corpi del sistema solare, e forse con alcune delle maggiori stelle, prive di movimento proprio relativo a noi, una terza corrente cosmica, da aggiungersi alle due messe in evidenza dai lavori del Kapteyn e della sua scuola. Lo Strömgren dimostra infatti, che i valori delle eccentricità superiori ad una, nelle orbite definitive di comete sino ad oggi calcolate, sono tutti illusorii. Ciò val quanto dire che l'osservazione non ci ha rivelato sino ad oggi alcuna orbita nettamente iperbolica; e quindi l'ipotesi di un ingresso nella sfera di attrazione del Sole con una velocità relativa sensibile si rende sempre meno probabile. D'altra parte le dottrine sulla cattura delle comete sono confermate dalla legge ben nota, secondo la quale le comete con orbita ellittica si classificano per gruppi corrispondenti ai singoli pianeti catturanti, escludendosi con questo che tali comete siano da considerarsi come membri permanenti del nostro sistema, ad esso vincolati *ab antiquo*, come il Poincaré mostra di credere.

Orbite iperboliche, dunque, non ne conosciamo, e quindi non conosciamo esempi di comete venute da altre regioni con velocità propria rispetto al nostro sistema. Le orbite ellittiche portano, tutte, senza eccezione, il segno di un'origine dall'attrazione dei maggiori pianeti, che hanno deviato le comete corrispondenti dal loro corso primitivo e le hanno costrette a muoversi in curve chiuse attorno al Sole. Rimangono le orbite paraboliche, le quali costituiscono la quasi assoluta regola per le comete conosciute, e rispondono, come la Meccanica celeste ci insegna, rigorosamente alla condizione postulata dallo Schiaparelli. Si tratta cioè di corpi celesti, per i quali, quando l'azione attrattiva del Sole ha incominciato a rendersi sensibile, la velocità rispetto al nostro sistema era matematicamente nulla: corpi, dunque, che si muovevano di conserva con noi, che appartengono al nostro sciame, alla nostra corrente cosmica. E si noti che, senza una ragione speciale meccanica, non si spiegherebbe altrimenti l'essere paraboliche quasi tutte le orbite conosciute di comete, anzi tutte quelle, per le quali non si è trovata la spiegazione di una forma diversa. Infatti il valore uno, che l'eccentricità assume quando l'orbita è parabolica, non è che uno degli infiniti maggiori o minori che si potrebbero *a priori* assegnare a tale elemento: e quindi la probabilità *a priori* che tale valore appunto si presenti è infinitamente piccola. Se ciò non ostante esso è la regola, e se delle poche eccezioni bene accertate sappiamo perfettamente la causa, conviene dire che la partecipazione del sistema costituito dalle comete al movimento proprio del sistema solare è un fatto astronomico indiscutibile, la cui realtà obiettiva giustifica le congetture dello Schiaparelli.

* *

Sopra un carattere speciale dell'opera astronomica dello Schiaparelli il conferenziere ha creduto opportuno insistere. Egli ha affrontato con originalità di pensiero problemi nuovissimi, ed in pari tempo ha adoperato nella loro risoluzione i metodi tradizionali che taluni considerano antiquati. Ha trattato con la vecchia Geometria di Euclide, con ragionamenti elementari di Meccanica, que-

stioni astruse, nelle quali altri prodiga (e non sempre con profitto) le risorse più raffinate dell'alta Analisi Matematica: ha coltivato felicemente il campo dell'Astronomia Fisica, senza valersi mai degli strumenti moderni: ha dimostrato, insomma, che lo spettroscopio non ha ancora messo in disparte l'osservazione telescopica, che il micrometro sopravvive all'introduzione della fotografia, e che una mente lucida, logica e robusta può, quando la natura del problema imperiosamente non le vieti, prescindere dall'uso dei più ardui e complicati algoritmi che la scienza matematica ha creato.

I nuovi metodi analitici e fisici hanno innanzi a sè un vastissimo campo, nel quale la loro applicazione all'Astronomia è necessaria: molte questioni di Meccanica celeste e Fisica cosmica attendono da essi, e da essi soltanto, la loro soluzione. Ma l'esempio dello Schiaparelli dimostra quanto si può ricavare, anche oggi, dai vecchi metodi, e come sia ingiustificata la credenza che l'Astronomia classica abbia chiuso il suo ciclo di gloriose scoperte con Herschel e con Struve, con Beasel e con Argelander.

••

Grande come osservatore, sommo come filosofo naturale, lo Schiaparelli agguinse a tali sue qualità la vasta cultura, non limitata alle scienze fisiche e matematiche, ma estesa alla Geografia, ed alle manifestazioni del pensiero latino, greco ed orientale. Egli è stato la smentita vivente più efficace al pregiudizio pur troppo assai diffuso tra noi, che l'educazione classica sia un ostacolo allo svolgersi di quelle attitudini positive, che meglio si prestano alle opportunità della vita moderna. Umanista non inferiore ai più sapienti della fulgida tradizione italica, divulgò in forma eletta e pura le dottrine scientifiche, lasciando scritti nei quali la veste letteraria non è indegna del concetto originale e profondo.

••

Pagato così alla memoria ed all'esempio dei grandi Maestri della scienza italiana il tributo che l'occasione presente più intensamente suggeriva, il professore Porro passò nelle conferenze successive allo svolgimento degli altri due temi che si era prefisso, e cioè « le più recenti conquiste dell'Astronomia Siderale » e « l'origine e la fine del mondo ».

Sul primo punto, riferendosi agli accenni già fatti nelle conferenze intorno al Piazzì ed allo Schiaparelli, si estese sulla nuova dottrina delle correnti cosmiche, esponendo i risultati che si sono raggiunti sino ad ora nella via dischiusa dalle ricerche del Kapteyn. Mostrò come lo studio dei moti propri delle stelle abbia condotto a sceverare la parte accidentale, peculiare a ciascuna stella, dalla parte sistematica, che si può riferire all'azione di leggi generali, e fornisce quindi i primi, incerti elementi per una futura Meccanica siderale, ossia per l'interpretazione del fenomeno più grandioso dell'universo sensibile. Il primo passo in questo senso era stato il riconoscimento della traslazione del sistema solare. Questo fatto, precisato, definito con sempre maggiore approssimazione al vero durante tutto il secolo decimonono, è stato confermato dallo studio dei moti radiali, eseguito con i metodi spettroscopici e fotografici dei quali si è parlato nella conferenza sul Secchi; ed ora ha trovato il suo complemento nella sco-

perta delle due correnti stellari del Kapteyn, alla quale si è venuta aggiungendo negli ultimi anni la geniale ipotesi dello Schiaparelli.

In un altro campo di studi, le prime indagini del Secchi intorno ai diversi tipi secondo i quali si possono classificare gli spettri delle stelle hanno aperto il cammino ad una dottrina razionale della evoluzione fisica e chimica dei corpi celesti. Espose su questo argomento le ipotesi di molti astronomi contemporanei, e più specialmente del Lockyer, facendo vedere come i diversi tipi di spettri stellari rispondano presumibilmente a gradi più o meno avanzati della trasformazione determinata nei singoli astri dallo svolgersi e dal graduale dissiparsi dell'energia che da essi va irradiando sotto forma di calore, di luce o di altri agenti fisici: potendo gli scarsi e deboli elementi di giudizio a noi forniti dalle osservazioni stellari essere corroborati e integrati dalle più copiose, sicure e copiose informazioni che attingiamo dall'osservazione continua dei fenomeni solari.

(Continua).

Università Popolare d'Ancona. — Il prof. Benedetto Rainaldi, che insegna scienze nella nostra R. Scuola Normale femminile, il giorno 16 giugno p. p., dinanzi a un pubblico assai affollato ha tenuto l'annunziata lezione sulle *Comete*, illustrandola di figure sulla lavagna.

Dopo aver ricordato le superstizioni a cui davano pretesto le comete e in che conto eran tenuti gli astrologhi sino al secolo XVII, entrò a parlare dell'orbita e della composizione delle comete, parlò della scoperta dello Schiaparelli che dimostrò esser le stelle filanti non altro che frammenti di comete, aggiunse che in altre nazioni come in Francia e nel Belgio lo studio dell'astronomia è assai diffuso; e concluse col raccomandare vivamente l'incremento dell'Università Popolare che toglie dalla mente del popolo molte ignoranze e superstizioni.

La lezione assai chiara e interessante fu applauditissima.

Notizie varie.

Una reliquia astronomica. — La *Royal Astronomical Society* ha ricevuto in dono da Mr. C. W. Walker un piccolo pezzo dell'albero di mele che una volta esisteva nel giardino della casa di Newton in Manor House (Woolsthorpe) ed al quale, secondo quel che si racconta, si dovrebbe nientemeno che la teoria della gravitazione.

Si dice che un giorno Newton riposasse al fresco sotto tale albero meditando sui suoi problemi matematici, quando una mela si staccò e cadde vicino ai suoi piedi. Questo comunissimo fatto che, con grandissima probabilità, Newton non vedeva per la prima volta, lo distrasse, e per associazione d'idee lo portò a domandarsi se la forza che attraeva la mela verso la terra non poteva esser quella stessa che ritiene la Luna nella sua orbita. Ma fu solo alcuni anni dopo ch'egli riuscì a verificare quantitativamente la sua ipotesi, e la mela quindi non suggerì al grande uomo che l'idea primitiva della gravitazione universale.

Questo almeno è l'aneddoto che si racconta e si ripete, e che nei trattati popolari d'Astronomia si trova anche illustrato. Che esso sia vero o piuttosto verosimile non è cosa che facilmente può accertarsi.

L'aneddoto è stato messo in circolazione principalmente da Voltaire, il quale diceva di averlo sentito raccontare da M.me Conduit, la nipote di Newton. Un pastore anglicano a nome Turner (morto nel 1853) ha contribuito a perpetuare questa leggenda; proprietario della tenuta di Woolsthorpe, egli aveva un culto speciale per tutto ciò che era stato di Newton; convinto pienamente di conoscere l'albero in questione, cercava di conservarlo con la più gran cura possibile, quando un uragano lo abbatté.

In qual modo il Walker fosse divenuto possessore di quel ceppo che ora egli ha regalato alla Reale Società Astronomica di Londra, è detto in una lettera con la quale ha accompagnato il dono. Egli racconta che suo padre, nato nel 1807, all'età di 10 o 12 anni era in collegio a Stoke, vicino a Woolsthorpe. Una notte si scatenò un furioso temporale, e nella mattina seguente si seppe che l'albero di Newton era stato abbattuto. Il rettore del collegio, dott. Pearson, si recò insieme ad alcuni collegiali, tra cui il padre di Walker, a Woolsthorpe, dove trovò l'albero di Newton buttato a terra. Il Pearson ed i giovani ne staccarono dei rami che conservarono religiosamente; uno dei quali, tenuto fino ad ora dal Walker padre e figlio, è quello regalato alla *Royal Astronomical Society*.

Anche il prof. G. Forbes possedeva alcuni anni fa un pezzo dell'albero, ma disgraziatamente lo perdette o gli fu rubato in una conferenza che egli tenne a Glasgow nel 1875, ed alla quale lo aveva portato per mostrarlo all'auditorio.

Il frammento del famoso melo che Mr. C. W. Walker ha donato alla *Royal Astronomical Society* è dunque l'unico ricordo materiale che ne resta.

p. e.

Il tempo ufficiale. — Nella Guiana inglese e nelle isole: Trinidad, Barbados, Grenada, Tobago, St. Vincent, St. Lucia, Martinique, Dominica, Guadeloupe, Antigua, Barbuda, St. Kitt's, Nevis, Anguilla, Montserrat e Tortola, è stato adottato recentemente il tempo di 4^h in ritardo su quello di Greenwich. È in discussione la proposta d'introdurre il tempo ufficiale di 5^h in ritardo su quello di Greenwich, nell'isola di Jamaica.

p. e.

Le "Astronomische Nachrichten", nel fondo dell'Oceano Atlantico. — Il direttore delle preggevolissime *A.N.*, dott. H. Kobold, annunzia che tutte le copie del n. 4565 delle medesime, spedite agli osservatori americani, sono andate perdute perchè erano sul *Titanic* quando questo naufragò. Saranno ristampate con metodo anastatico.

p. e.

Fenomeni astronomici nei mesi di agosto e settembre.

(Le ore indicate sono espresse in T. M. C. dell'E. C.).

Il *Sole* entrerà nel segno *Vergine* il 23 agosto a 14^h 2^m c nel segno *Libra* o *Bilancia* il 23 settembre a 11^h 7^m 59^s (*Equinozio d'Autunno*).

Fasi della *Luna*:

1912 agosto	6 Ultimo quarto	5 ^h 18 ^m	sette nbre	4 Ultimo quarto	14 ^h 23 ^m
	12 Luna nuova	20 58		11 Luna nuova	4 49
	19 Primo quarto	17 57		18 Primo quarto	8 55
	27 Luna piena	20 59		26 Luna piena	12 34
	12 Perigea	11		9 Perigea	19
	25 Apogea	10		21 Apogea	21

Mercurio nel mese di agosto sarà inosservabile; passerà al perigeo il 19 a 7^h ed in congiunzione inferiore col Sole il 22 a 11^h. Si renderà visibile ad occhio nudo nella prima quindicina di settembre, al mattino verso levante (diametro equatoriale apparente da 8" a 6"), raggiungendo la massima elongazione (17°58'W) il giorno 8 a 4^h. Passerà in congiunzione con *Regolo* (α Leone; gr. 1,3) il 9 a 14^h; perciò il pianeta si mostrerà nelle vicinanze di Regolo il 9 e il 10 all'alba. L'asserà al perielio il giorno 11 a 22^h.

Venere sarà inosservabile nei due mesi.

Marte, tra le costellazioni *Leone* e *Vergine*, si potrà osservare nel crepuscolo serotino fino ai primi di settembre (diam. equat. appar. da 3'8 a 3'6).

Giove, nella costellazione *Scorpione*, sarà visibile alla sera da Sud ad Ovest (diam. equat. appar. 41" a 45"). Passerà in quadratura orientale col Sole il 30 agosto a 13^h.

Col cannocchiale si possono osservare le *eclissi* dei quattro satelliti galileiani. Le seguenti fasi avvengono in ore per noi propizie:

agosto	5. —	Fine dell'eclisse del 1° satellite a	22 ^h 16 ^m ,0
"	5. —	" " 2° " "	22 37, 5
"	14. —	" " 3° " "	21 43, 6
"	21. —	" " 1° " "	20 34, 3
"	28. —	" " 1° " "	22 29, 2
settembre	13. —	" " 1° " "	20 47, 6
"	26. —	" " 3° " "	19 27, 5
"	29. —	" " 1° " "	19 6, 1

Questi contatti apparenti dei satelliti gioviani con l'ombra del pianeta avvengono ad *est* del disco di Giove, cioè verso *destra* per un osservatore che usi un cannocchiale che inverta le immagini.

Saturno, nella costellazione *Toro*, sarà osservabile nella seconda metà della notte (diam. equat. appar. da 17" a 19"). Passerà in quadratura occidentale col Sole il 27 agosto a 12^h ed in *notevole congiunzione* con la Luna il 4 settembre a 2^h 57^m (Saturno 6' 20" al Sud della Luna).

Urano, nella costellazione *Capricorno*, potrà osservarsi col cannocchiale nella prima metà della notte (diam. equat. appar. da 4",0 a 3",8). Passerà in *notevole congiunzione* colla Luna il 24 agosto a 22^h50^m (Urano 4'26" al Nord della Luna).

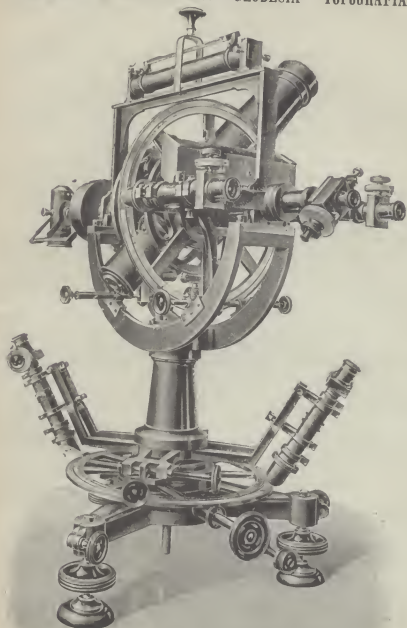
Nettuno, nella costellazione *Gemelli*, sarà osservabile col cannocchiale alla fine di agosto e nel mese di settembre, al mattino verso levante (diam. equat. appar. 2",2).

Dal 9 al 14 agosto osservare le *Perseidi* o *lagrime di S. Lorenzo* (v. *Rivista*, anno V, pag. 344); quest'anno il fenomeno non sarà attenuato, come l'anno scorso, dal plenilunio. Radiante presso la stella η della costellazione *Perseo*; meteorie rapide, talvolta con strascico giallognolo.

Il 26 settembre 1912 avverrà un'eclisse parziale di *Luna*, invisibile in Italia;

"LA FILOTECNICA", Ing. A. Salmoiraghi & C. - MILANO

ISTRUMENTI DI ASTRONOMIA - GEODESIA - TOPOGRAFIA



Buenos Aires 1910, *Grand Prix* - Bruxelles 1910, *Fuori Concorso*

◄ Chiedere cataloghi ►

CARL BAMBERG

FRIEDENAU-BERLIN Kaiserallee 87-88
CASA FONDATA NELL'ANNO 1871



Istrumenti Astronomici, Geodetici e Nautici
GRAND PRIX, Paris 1900 — GRAND PRIX, St. Louis 1904